

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**

**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**AMARFELINA FERNANDES DE OLIVEIRA DE AGUIAR**

**MAPEAMENTO DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO TERRITÓRIO DO  
MUNICÍPIO DE ARARANGUÁ, SC**

**CRICIÚMA**

**2015**

**AMARFELINA FERNANDES DE OLIVEIRA DE AGUIAR**

**MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO TERRITÓRIO DO  
MUNICÍPIO DE ARARANGUÁ, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheira Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. MSc. Gustavo José Deibler Zambrano

**CRICIÚMA**

**2015**

**AMARFELINA FERNANDES DE OLIVEIRA DE AGUIAR**

**MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO TERRITÓRIO DO  
MUNICÍPIO DE ARARANGUÁ , SC**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenharia Ambiental no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Gerenciamento e Planejamento Ambiental.

Criciúma, 15 de Junho de 2015

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Gustavo José Deibler Zambrano - Mestre - (UNESC) - Orientador

Prof. Fabiano Luiz Neris - Mestre - (UNESC)

Prof. Paula Tramontim Pavei - Mestre - (UNESC)

**Dedico este trabalho a Deus, meus pais e meu esposo que sempre me apoiaram, por todo amor, compreensão e confiança depositada em mim..**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pois é ele quem permite todo e qualquer passo que eu venha a dar. Foi ele quem me deu a vida e junto à ela, oportunidades, para hoje poder desfrutar de tantas realizações.

Seguidamente a minha mãe por ser à base de tudo, que eu fui, que sou e que serei por toda a minha vida, através de muito carinho, educação, amor incondicional e por sempre acreditar que eu seria capaz de chegar até aqui, apesar das dificuldades enfrentadas.

Agradeço incansavelmente ao meu esposo Rogério, pessoa única a quem devo muito por toda cumplicidade, resignação, companheirismo, amizade, carinho e amor.

A todos os professores do curso de Engenharia Ambiental por partilharem seus conhecimentos que muito contribuíram para meu crescimento humano e profissional.

Aos amigos e colegas do curso pela troca de experiência e aprendizado.

Aos meus familiares e amigos que, direta ou indiretamente, estiveram ao meu lado, contribuindo e dando força, ou simplesmente acreditando em mim.

Aos professores Paula e Fabiano por aceitarem o convite de compor a minha banca examinadora.

A todos os colaboradores da FAMA por me concederem a oportunidade de realização deste trabalho e colaborarem sempre que preciso.

Agradeço especialmente ao professor Gustavo Zambrano por compartilhar generosamente de seu conhecimento na orientação deste trabalho, ao seu incentivo, apoio e paciência de Jó em responder meus questionamentos e dúvidas na realização deste trabalho.

E por último quero agradecer e homenagear meu pai, Antônio que não está mais junto a mim, mais foi e será sempre uma pessoa muito especial em minha vida.

Meus sinceros agradecimentos a todos vocês.

**“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo.  
Todos nós sabemos alguma coisa. Todos  
nós ignoramos alguma coisa, por isso  
aprendemos sempre”.**

**Paulo Freire**

## RESUMO

As tentativas de racionalização no uso dos recursos naturais e otimização do espaço ocupado, decorrentes do presente estágio de alteração causado pelo homem ao ambiente natural, faz com que seja necessária a aplicação de instrumentos auxiliares na gestão e no planejamento ambiental. Neste sentido é crescente a necessidade de estudos e pesquisas sobre a dinâmica e estruturas do meio e a sua potencialidade ou vulnerabilidade face à introdução de novas atividades. O mapa de vulnerabilidade ambiental é uma importante ferramenta de planejamento urbano e rural, no sentido de orientar a expansão urbana em novas áreas, possibilitando em vista a preservação ambiental o uso racional de recursos e o correto manejo da ocupação do solo. O uso de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite a sistematização de dados e a realização de distintas análises geoespaciais, como a de geração de índices de vulnerabilidade ambiental a partir da integração das características geológicas, pedológicas, climáticas, de declividade, vegetacionais e hidrográficas. Na sistematização do trabalho foi adotada a metodologia de Tricart (1977) enquanto que na elaboração do mapa de vulnerabilidade foi adotado a metodologia proposta por Crepani et al. (2001), ambos com algumas modificações, onde foi atribuído valores de vulnerabilidade em uma escala de 1,0 (estável) a 3,0 (vulnerável). Desta forma, verificou-se que para o município de Araranguá, o mapa de vulnerabilidade ambiental foi reclassificado em cinco classes de vulnerabilidade ambiental: estável, moderadamente estável, medianamente estável/vulnerável, moderadamente vulnerável e vulnerável. A vulnerabilidade ambiental predominante no município é a do tipo moderadamente estável (índice de 1,4 a 1,7), totalizando 49,07%, sendo estas áreas relacionadas a solos de boa coesão e com declividade oscilando entre baixa à média.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento. Índices ambientais. Análise Espacial.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura interna de um SIG. ....	31
Figura 2 - Representação geométrica dos elementos geográficos. ....	32
Figura 3 - Comparação entre a estrutura topológica e spaghetti.....	34
Figura 4 - Modelo de representação matricial. ....	35
Figura 5 - Imagens IKONOS (1m) e SPOT (20 m). ....	36
Figura 6 - Fluxograma das etapas de elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental.....	47
Figura 7 - Localização da cidade de Araranguá. ....	48
Figura 8 - Mapa de vulnerabilidade geológica para o município de Araranguá.....	57
Figura 9 - Mapa de vulnerabilidade da declividade para o município de Araranguá. ....	59
Figura 10 - Mapa de vulnerabilidade da intensidade pluviométrica para o município de Araranguá.....	60
Figura 11 - Mapa de vulnerabilidade da pedologia para o município de Araranguá..	62
Figura 12 - Mapa de vulnerabilidade da vegetação para o município de Araranguá..	64
Figura 13 - Mapa de vulnerabilidade dos recursos hídricos para o município de Araranguá.....	66
Figura 14 - Mapa de vulnerabilidade ambiental para o município de Araranguá.....	68



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Termos e conceitos relacionados a riscos. ....	40
Quadro 2 - Avaliação da estabilidade das categorias morfodinâmicas. ....	45
Quadro 3 - Escala de vulnerabilidade das unidades territoriais básicas. ....	46
Quadro 4 - Valores de Vulnerabilidade Ambiental para as unidades litológicas, presentes no município de Araranguá.....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Funções de acordo com o modelo de representação geométrica.....	36
Tabela 2 - Procedimentos metodológicos adotados por Ross (1994) e Crepani et al. (2001).....	43
Tabela 3 - Variáveis utilizadas em cada um dos procedimentos técnico-operacionais. ....	44
Tabela 4 - Base de dados. ....	50
Tabela 5 - Classes de vulnerabilidade ambiental para o município de Araranguá. ....	54
Tabela 6 - Classes de declividades com os respectivos. ....	58
Tabela 7 - Valores de vulnerabilidade referente à intensidade.....	60
Tabela 8 - Valores de vulnerabilidade para os solos.....	61
Tabela 9 - Valores de vulnerabilidade para distância da vegetação. ....	63
Tabela 10 - Valores de vulnerabilidade para distância da hidrografia (massas d'água e rios) do município de Araranguá. ....	65
Tabela 11 - Ocorrência de vulnerabilidade ambiental no município de Araranguá. ..	67
Tabela 12 - Valoração da vulnerabilidade ambiental para empresas do município de Araranguá.....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM/FM - *Automated Mapping/Facilities Management*

CAD - *Computer Aided Desing*

CADD - *Computer-Aided Draftingand Design*

CF – Constituição Federal

COAMA – Conselho Ambiental do Município de Araranguá

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente

GPS - *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento por Satélite)

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos naturais renováveis

LIS - *Land Information System*

MC – Meridiano Central

MMA - Ministério do Meio Ambiente

PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente

SAD-69 - *South American Datum*

SIG - Sistemas de Informações Geográficas

SIRGAS-2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

TCFAM – Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental Municipal

TLAM – Taxa de Licenciamento Ambiental

UTM - *Universal Transversa de Mercator*

WGS84 – *World Geodetic System 1984* (Sistema geodésico Global)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL .....	15
<b>2.1.1 Licenciamento Ambiental .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2 Licenciamento Ambiental no âmbito municipal .....</b>	<b>18</b>
2.2 FUNDAÇÃO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ARARANGUÁ - FAMA .....	20
2.3 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL.....	21
2.4 PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO URBANO .....	22
2.5 CARTOGRAFIA .....	24
<b>2.5.1 Escala .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5.2 Sistemas de coordenadas geográficas .....</b>	<b>26</b>
<b>2.5.3 Sistemas de coordenadas planas UTM - Universal Transversa de Mercator .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5.4 Datum .....</b>	<b>28</b>
2.6 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – SIG.....	29
<b>2.6.1 Modelo vetorial .....</b>	<b>32</b>
<b>2.6.2 Modelo matricial .....</b>	<b>34</b>
<b>2.6.3 Álgebra de mapas.....</b>	<b>37</b>
2.7 ÍNDICES AMBIENTAIS .....	37
<b>2.7.1 Vulnerabilidade e Risco .....</b>	<b>38</b>
<b>2.7.2 Vulnerabilidade ambiental .....</b>	<b>40</b>
<b>2.7.3 Ecodinâmica .....</b>	<b>41</b>
<b>2.7.4 Metodologias para cruzamento de dados cartográficos .....</b>	<b>43</b>
<b>FONTE: DO AUTOR, 2015.....</b>	<b>47</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	48
3.2 ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS.....	49
3.3 TRATAMENTO DOS DADOS .....	50
3.4 ELABORAÇÃO DO MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL.....	52
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS .....	55
4.1 VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ARARANGUÁ .....	55
<b>4.1.1 Geologia .....</b>	<b>55</b>

<b>4.1.2 Declividade - Geomorfologia.....</b>	<b>58</b>
<b>4.1.3 Clima.....</b>	<b>59</b>
<b>4.1.4 Pedologia .....</b>	<b>61</b>
<b>4.1.5 Vegetação .....</b>	<b>62</b>
<b>4.1.6 Hidrografia .....</b>	<b>64</b>
<b>4.1.7 Mapa de vulnerabilidade ambiental .....</b>	<b>67</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE(S).....</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das sociedades humanas no decorrer da história foi marcado pela intensa busca dos seres humanos ao domínio sobre o meio ambiente, fazendo com que o equilíbrio deste fosse rompido, principalmente pelo desordenado crescimento urbano.

As cidades, em geral, se conformaram como grandes tecidos urbanos, dinamizando e concentrando as diversas ações humanas. Esta situação acarreta vários aspectos negativos provocados pelo manejo inadequado dos recursos naturais, causando aumento dos processos erosivos, assoreamento, contaminação e comprometimento dos recursos hídricos, predisposição a enchentes, risco à fauna e à flora, e à saúde humana, dentre outros fatores.

Diante disso, o estudo relativo à vulnerabilidade natural dos ambientes é de extrema importância para o planejamento urbano e ambiental, visto que a identificação de zonas de alta vulnerabilidade auxilia na tomada de decisão, e subsidia as ações para a gestão territorial pública e privada.

O mapa de vulnerabilidade ambiental, como ferramenta, proporciona ao corpo técnico da Fundação Ambiental do Município da área de estudo, a tomada de decisão eficiente contra o uso do solo desordenado, principalmente quando de seu avanço em regiões de vulnerabilidade intrínseca como a litorânea. A área em estudo corresponde à cidade de Araranguá, localizada no extremo sul de Santa Catarina, que atualmente sofre com problemas na infraestrutura urbana, no que se refere ao saneamento básico, habitação, transporte público e conta ainda com inúmeros empreendimentos e loteamentos já consolidados que não atendem a legislação específica.

Dada à importância de tais problemas, é fundamental a incorporação ao processo de gerenciamento territorial de ferramentas geoespaciais que facilitam o entendimento territorial espacial. A geração e análise de mapas de vulnerabilidade ambiental proporcionam a identificação e localização de possíveis empreendimentos alocado com significativo impacto ambiental em áreas vulneráveis, e subsidia estudos de viabilidade à expansão urbana, visando um melhor entendimento para a fiscalização e gerenciamento dos órgãos competentes.

Neste sentido, o presente trabalho de conclusão de curso, enquadra-se na linha de pesquisa sobre Gerenciamento e Planejamento Ambiental, com ênfase

para a gestão pública e a sua interface com sistemas produtivos e meio ambiente, tendo como objetivo geral a elaboração de um mapa de vulnerabilidade ambiental par o município de Araranguá – SC. Atendendo o objetivo geral proposto, foi estabelecido como objetivos específicos: a) Elaborar um banco de dados em ambiente SIG contendo os processos das empresas de grande porte de licenciadas pela FAMA; b) Elaborar um banco de dados em ambiente SIG contendo os mapas ambientais do município de Araranguá; c) Aplicar metodologia para sobreposição de mapas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados diversos conceitos e teorias sobre o tema proposta para facilitar o desenvolvimento da pesquisa e auxiliar na apresentação e análise dos dados.

### 2.1 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A preocupação com a recuperação dos danos ambientais ganhou um importante aliado com a criação da Lei nº 6.938/81, o país passou a ter uma Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA com o objetivo de preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental. De acordo com Campos (2013), a PNMA visando atingir seus objetivos, instituiu o SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente) que congrega os órgãos e instituições da União, do Estado, dos Municípios e do Distrito Federal; e instrumentos de gestão ambiental como o licenciamento ambiental e a avaliação de impactos ambientais, entre outros, capaz de conferir uma maior proteção do meio ambiente.

A Lei nº 6.938/81 no Art. 3º define meio ambiente como: “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981, s.p).

O Brasil (2013) explica que o objetivo do SISNAMA é estabelecer um conjunto Articulado e descentralizado de ações para gestão ambiental no País, integrando e harmonizando regras e práticas específicas que se complementam nos três níveis do Governo.

De acordo com BRASIL (1981, s.p) pode-se encontrar a estruturação do SISNAMA é composto por:

- I - órgão superior: o Conselho de Governo, com a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais;
- II - órgão consultivo e deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida;
- III - órgão central: a Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, com a finalidade de planejar, coordenar, supervisionar e controlar, como órgão federal, a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente;



IV - órgãos executores: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes, com a finalidade de executar e fazer executar a política e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente, de acordo com as respectivas competências;  
VI - Órgãos Locais: os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

Segundo Campos (2013), as competências estabelecidas em Lei para os órgãos citados acima estabelecem as funções executivas relacionadas às tarefas de licenciamento e controle das atividades utilizadoras de recursos ambientais; legislativas que compreendem a elaboração de leis, fixação dos orçamentos das agências ambientais e controle das atividades desempenhadas pelo executivo; e judiciárias com a revisão de todos os atos administrativos praticados pelo executivo que tenham repercussão no meio ambiente.

De acordo com o nível hierárquico estabelecido pelo SISNAMA a Fundação Ambiental do Município de Araranguá – FAMA enquadra-se no Artigo 6º da Lei 6.938/81 como órgão local responsável pelo controle e fiscalização de possíveis atividades impactantes a natureza.

### **2.1.1 Licenciamento Ambiental**

Segundo o Art. 2º, inciso I da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938, o meio ambiente é qualificado “como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso Coletivo” (BRASIL, 1981. s.p). Deste modo, com o intuito de assegurar a proteção do meio ambiente, o licenciamento ambiental e a fiscalização ambiental foram instituídos como instrumentos de controle prévio e concomitante (MILARÉ, 2007, p. 404).

Ainda para efeito da Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), nº 237 de 1997, Art 1º e complemento da definição anterior, licenciamento ambiental é o:

Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (BRASIL, 1997, s.p).

O Art. 2º da mesma resolução expõe que os “[...] empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente sem prejuízo de outras licenças legalmente exigidas” (BRASIL, 1997, s.p).

Antunes (2002, p. 126) complementa que “através do licenciamento a administração pública, no uso de suas atribuições, estabelece condições e limites para o exercício de determinadas atividades”.

No Art. 10º a Lei nº 6.938/81 estabelece que “A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental”. E no Art 11º que “compete ao IBAMA propor ao CONAMA normas e padrões para implantação, acompanhamento e fiscalização do licenciamento previsto no Artigo anterior” (BRASIL, 1981, s.p).

O Código Estadual do Meio Ambiente, Lei 14.675, de 13 de abril de 2009, Art. 29º, estabelece que as atividades consideradas, por meio de Resolução do CONSEMA (Conselho Estadual do Meio Ambiente), nº 14/2012, potencialmente causadoras de degradação ambiental, são passíveis de licenciamento ambiental pelo Órgão Estadual ou Municipal do Meio Ambiente .

Conforme a Resolução CONAMA nº 237/1997, Art. 8º, o Poder Público no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

- I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;
- II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;
- III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação (BRASIL, 1997, s.p).

Como instrumento de controle paralelo ao licenciamento ambiental, tem-se a fiscalização ambiental, que consiste em ações de controle e vigilância destinadas a impedir as atividades em desconformidade com o que foi autorizado.

### **2.1.2 Licenciamento Ambiental no âmbito municipal**

Na CF (Constituição Federal) de 1988, mais precisamente no Art. 30º compete aos municípios:

- I - legislar sobre assuntos de interesse local;
- II - suplementar a legislação federal e a estadual no que couber;
- [...]
- VII - prestar, com a cooperação técnica e financeira da União e do Estado, serviços de atendimento à saúde da população;
- VIII - promover, no que couber adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano;
- IX - promover a proteção do patrimônio histórico-cultural local, observada a legislação e a ação fiscalizadora federal e estadual (BRASIL, 1988).

Na forma do Artigo 23º da Lei Fundamental, os municípios tem competência administrativa para defender o meio ambiente e combater a poluição. Contudo, os municípios não estão arrolados entre as pessoas jurídicas de direito público interno encarregadas de legislar sobre o meio ambiente (ANTUNES, 2007, p. 87).

Considerando o Art. 6º da Resolução CONANA nº 237/97 compete ao órgão ambiental municipal, ouvido os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daqueles que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

No Artigo 9º na Lei Complementar nº 140/11 explica as ações administrativas do município. Abaixo foram listadas algumas das mais importantes dentro do licenciamento ambiental (ARARANGUÁ, 2011, s.p):

- I- executar e fazer cumprir, em âmbito municipal, as Políticas Nacional e Estadual de Meio Ambiente e demais políticas nacionais e estaduais relacionadas à proteção do meio ambiente;
- II - exercer a gestão dos recursos ambientais no âmbito de suas atribuições;
- III - formular, executar e fazer cumprir a Política Municipal de Meio Ambiente;

[...]

XIII - exercer o controle e fiscalizar as atividades e empreendimentos cuja atribuição para licenciar ou autorizar, ambientalmente, for cometida ao Município;

XIV - observadas as atribuições dos demais entes federativos previstas nesta Lei Complementar, promover o licenciamento ambiental das atividades ou empreendimentos:

a) que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, conforme tipologia definida pelos respectivos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade; ou

b) localizados em unidades de conservação instituídas pelo Município, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs);

XV - observadas as atribuições dos demais entes federativos previstas nesta Lei Complementar, aprovar:

a) a supressão e o manejo de vegetação, de florestas e formações sucessionárias em florestas públicas municipais e unidades de conservação instituídas pelo Município, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs); e;

b) a supressão e o manejo de vegetação, de florestas e formações sucessionárias em empreendimentos licenciados ou autorizados, ambientalmente, pelo Município (ARARANGUÁ, 2011, s.p).

Porém o município para exercer suas competências no âmbito do licenciamento, deve ter implementado o Conselho de Meio Ambiente, com caráter deliberativo e participativo social e, ainda, possuir em seu quadro, ou as suas disposições profissionais legalmente habilitados é o que está escrito no Art. 20 da Resolução CONAMA 237/97.

No município de Araranguá a Lei Complementar nº 98 de 28 de outubro de 2012 dispõe sobre o licenciamento ambiental das atividades de impacto local, institui a Taxa sobre o Licenciamento Ambiental – TLAM, e a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental Municipal – TCFAM, e dá outras providências. No Art. 1º o município opta pelo licenciamento ambiental das atividades definidas como de impacto local pela Resolução CONSEMA 04/2008, e no caput deste Artigo assume nível de complexidade III, constante do anexo III da Resolução CONSEMA 04/08.

O licenciamento ambiental é um ato administrativo exigido para todo empreendimento que se enquadre na listagem estadual e municipal de atividades licenciáveis. Com o objetivo de agilizar os processos de licenciamento foi estabelecida a Fundação Ambiental do Município de Araranguá – FAMA para atuar na fiscalização e principalmente na expedição das licenças, autorizações ou certidões para atividades com impacto ambiental local.

## 2.2 FUNDAÇÃO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ARARANGUÁ - FAMA

A Fundação Ambiental do Município de Araranguá – Fama, entidade sem fins lucrativos, dotada de personalidade jurídica em direito público. Foi instituída pela Lei Municipal nº 2.608, de 21 de dezembro de 2007 com o objetivo de promover e participar de ações, visando à preservação, recuperação e otimização do uso sustentável das águas e ecossistemas associados, bem como a educação ambiental, visando garantir a integridade dos processos naturais, o equilíbrio ambiental e o bem-estar social e, também, a preservação do patrimônio arqueológico (ARARANGUÁ, 2007, s.p).

A FAMA vem atuando desde 2011, com competência através da Resolução CONSEMA 07/10 para licenciar atividades com impacto ambiental local do nível III da Resolução CONSEMA. Na Resolução CONSEMA 02/06 explica que o licenciamento pelo Município das atividades de impacto é dividido em 3 níveis, identificado no anexo I, II e III, correspondentes, em ordem crescente, a complexidade ambiental das atividades e a necessária capacidade técnica do Município ( ARARANGUÁ, 2006, s.p).

Atualmente a FAMA utiliza a Resolução CONSEMA 14/12, e a Resolução COAMA 01/11 e 03/13, e com a necessidade de licenciamento de atividades não constantes em nenhuma destas resoluções, é emitida uma certidão simples.

A Resolução CONSEMA 14/12 aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental municipal e dispõe da possibilidade dos Conselhos Municipais do Meio Ambiente deferirem outras atividades de impacto local, não previstas nas Resoluções do CONSEMA (SANTA CATARINA, 2012, s.p).

A Resolução COAMA 01/11 reconhece os condomínios comerciais horizontais ou verticais como atividade potencialmente poluidora e degradadora de impacto local e aprova a criação da obrigatoriedade de seu licenciamento ambiental (ARARANGUÁ, 2011, s.p).

A Resolução COAMA 03/12 altera a Resolução COAMA 02/12 e seu anexo I, a qual aprova a criação da listagem das atividades de baixo impacto ambiental, não constantes do Anexo III da Resolução CONSEMA 04/08, e Anexo II da lei complementar 098/10, passíveis de licenciamento pela FAMA (ARARANGUÁ, 2012, s.p).

## 2.3 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

No que diz respeito ao conceito de degradação ambiental existente na Lei nº 6.938, de 31/08/81, artigo 3º, inciso II da Política Nacional do Meio Ambiente, onde degradação da qualidade ambiental constitui-se na “alteração adversa das características do meio ambiente.” (BRASIL, 1981, s.p). Encontra-se implícito na Lei nº 6.938 o conceito de degradação ambiental a qual é sinônimo da expressão degradação da qualidade ambiental.

IBAMA (2002) salienta que entre as décadas de 1960 e 1980 os padrões de produção e consumo adotados pela sociedade acarretaram visíveis problemas no que concerne à deterioração das dimensões ambiental, cultural, social, econômica e ecológica, tendo como consequência direta, a perda na qualidade de vida das populações. Nas duas últimas décadas do século passado registrou-se um estado de profunda crise mundial, cuja complexidade afetou diversos aspectos da vida do homem, tal como a saúde, o modo de vida e a qualidade do meio ambiente.

ROSS (1996) indica que tanto o espaço urbano como o espaço rural apresentam problemas ambientais significativos, imposto pelo processo acelerado do desenvolvimento tecnológico das sociedades humanas seja nos países capitalistas ou socialistas, de primeiro ou terceiro mundo.

Todas as sociedades causam algum tipo de degradação ambiental, não importando sua condição socioeconômica, seu modo de produção, bem como o local onde se situam, ou seja, no meio urbano ou no meio rural a degradação existe conforme o tipo e a intensidade das atividades realizadas (IBAMA, 2002).

De acordo com Santos (2007), o rio Araranguá, o mais importante recurso natural do município veem ao longo das últimas décadas sofrendo com as degradações antrópicas, recebe diariamente resíduos piritosos da atividade carbonífera, a agricultura despeja diariamente no leito do rio defensivos agrícolas sem nenhum critério, a rizicultura localizada as margens extrapola com a irrigação comprometendo a dinâmica dos lençóis freáticos e devolvendo a água com toneladas de impurezas aos rios. Os postos de combustíveis despejam clandestinamente resíduos de óleo no rio, o esgoto também vai para o rio junto com tudo aquilo que não serve mais para o consumo humano.

Santos (2007) discorre que a cidade de Araranguá, como inúmeras cidades brasileiras sofrem com a expansão urbana. Neste processo, a limitação de

áreas urbanas leva as populações de baixa renda, vindas do campo, a ocupar as áreas distantes do centro ou áreas que apresentam risco ao meio ambiente e a própria população, desprovidas de serviços e equipamentos urbanos.

Araranguá apresenta uma série de inconveniências relativas à presença de áreas inundáveis no perímetro urbano, áreas tombadas e protegidas por lei federal e infraestrutura nacional como a BR 101.

Segundo Santos (2007), um dos locais mais prejudicados com a ocupação urbana desordenada é o bairro Morro dos Conventos, devido às construções irregulares, supressão de vegetação nativa sem conhecimento do órgão licenciador e circulação de veículos sobre áreas de restinga e dunas eólicas, o que causa uma ameaça à integridade do ecossistema. O mesmo pode-se dizer do estuário do rio Araranguá, incluindo Ilhas, Barra Velha e Morro Agudo. O sistema lagunar incluindo a Lagoa Mãe Luzia, dos Bichos, da Serra e do Caverá sofrem com o indevido uso de suas águas. O remanescente de Mata Atlântica do Fundo Grande sofre com desmatamento e caça predatória todos os fins de semana.

## 2.4 PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO URBANO

De acordo com Azevedo (2014), o ano de 2001 foi um marco nacional para a ordenação do espaço urbano, com a entrada em vigor da Lei Federal nº 10.257 regulamentando os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal. Esta legislação, chamada de “Estatuto da Cidade”, trouxe avanços significativos para a ordenação do espaço urbano e rural, fazendo do município o responsável pela execução da política urbana.

Azevedo (2014) relata ainda que o planejamento urbano adquiriu importância mundial no decorrer da segunda metade do século XX, a partir da percepção das limitações da abordagem setorial de planejamento em lidar com os problemas e as oportunidades identificados na sociedade.

O Planejamento é o processo ou conjunto de atos destinados a prever e/ou determinar de forma detalhada todas as ações e tomadas de decisão que possam ser feitas em tempo e lugar certo (AZEVEDO, 2014).

Segundo Almeida (2014), o planejamento urbano objetiva o melhor entendimento das dinâmicas que ocorrem na esfera física de áreas urbanas, além

da consequente concepção de ferramentas e habilidades para antecipar prováveis eventos que terão lugar no ambiente urbano em um futuro próximo.

Almeida e Pascoalino (s.p) discorre que o planejamento sempre procurou racionalizar e esclarecer mudanças de caráter territorial nas cidades, assim como antecipar possíveis transformações. Da mesma forma, métodos quantitativos têm sido há tempos empregados em questões urbanas, visando-se ao entendimento de tais processos de mudanças.

Azevedo (2014) discorre que o planejamento urbano é um dos processos vinculados à questão territorial, mais especificamente a cidade. O seu produto final é o plano diretor que consiste em um conjunto de leis e normas que buscam ordenar a cidade no qual considerará, em conjunto, os aspectos físicos, econômicos, sociais e administrativos. O zoneamento, instrumento do plano diretor, consiste na repartição da cidade e das áreas urbanizáveis de acordo com a sua destinação de uso e ocupação do solo.

A busca de soluções para as questões habitacionais passa pelo desenvolvimento de políticas habitacionais eficazes e eficientes como o aperfeiçoamento e aplicação de instrumentos legais federais, estaduais e municipais ajustados aos processos de urbanização e crescimento das cidades (AGENDA 21, 2000, s.p).

O plano diretor é o documento responsável pelo estabelecimento da política de desenvolvimento e expansão urbana, e pelo pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade.

De acordo com Azevedo (2014), o desenvolvimento urbano é o objetivo fundamental do planejamento e da gestão urbana, tendo como objetivos derivados: a melhoria da qualidade de vida e o aumento da justiça social. Tais objetivos podem ser compreendidos como intrinsecamente relevantes, pois claramente dizem respeito aos fins e não somente os meios. Em comparação a estes, metas como eficiência econômica, avanço técnico e tecnológico, entre outras, não devem ser tomadas como finalidade, de um ponto de vista social abrangente e crítico. A rigor, trata-se, em última instância, de meios a serviço de objetivos mais elevados. Essas metas precisam ser entendidas, portanto, como simples objetivos instrumentais.

Azevedo (2014) afirma que tecnologia digital, proveniente dos sistemas de informação geográfica, vem otimizando o gerenciamento e planejamento administrativo, sendo uma ferramenta importante para as administrações municipais,



oferecendo novas possibilidades e recursos. Neste sentido, o poder público começa a demandar necessidades de desenvolver programas e informações para a montagem de sistemas de informação geográfica, principalmente pela popularização da informática e do geoprocessamento. Este processo de gestão municipal tem que estar relacionado com a mudança no processo de planejamento, e não somente usando o SIG como um mero instrumento tecnológico.

Azevedo (2014) relata que por consistirem em ferramenta para gerenciamento e edição de dados espaciais, os SIGs facilitam a compilação e exposição, de modo a subsidiarem o procedimento de análise dos dados em planejamento e gerenciamento territorial.

De acordo com CÂMARA MUNICIPAL DE SANTA ROSA DO SUL (s. d), a utilização em planejamento, criam-se mapas temáticos, que são aqueles que dispõem de atributos caracterizados e distribuídos em unidades espaciais, como por exemplo, a densidade populacional em um bairro. Além disso, é importante que se crie uma política de gerenciamento, de modo que, o banco de dados do mapa seja atualizado periodicamente, uma vez que o ambiente urbano é dinâmico e passa por mudanças com frequência.

## 2.5 CARTOGRAFIA

Cartografia é a ciência e a arte de expressar graficamente o conhecimento humano da superfície terrestre por meio de representações gráficas (DI MAIO, 2008).

Dentre as principais representações cartográficas destacam-se o globo, os mapas, as cartas topográficas, as cartas temáticas, e as plantas (DI MAIO, 2008).

As inovações tecnológicas e científicas têm levado a uma revisão do conceito tradicional de cartografia, que passa a ser vista como a organização, apresentação, comunicação e utilização de geoinformação em forma gráfica, digital ou tátil (Taylor, 1991 apud DI MAIO, 2008).

No século XX, a grande revolução na cartografia foi determinada, principalmente, pelo emprego da aerofotogrametria e pela introdução da eletrônica no instrumental necessário aos levantamentos (DI MAIO, 2008).

Hoje, a cartografia contemporânea procura atender ao surto verificado em todos os ramos da atividade humana, tendo como objetivo uma produção em massa

no menor tempo possível e com precisão cada vez maior. Para isso, contam com tecnologias modernas como o sensoriamento remoto, o GPS (Global Positioning System), e os SIGs (Sistemas de Informação Geográfica) (DI MAIO, 2008).

Conforme IBGE (1999) os produtos da cartografia temática são as cartas, mapas ou plantas em qualquer escala, destinadas a um tema específico. A representação temática, distintamente da geral, exprime conhecimentos particulares específicos de um tema (geologia, solos, vegetação, etc.) para uso geral.

IBGE (1999), completa que a cartografia temática ilustra o fato de que não se pode expressar todos os fenômenos num mesmo mapa e que a solução é, portanto, multiplicá-los, diversificando-os. O objetivo dos mapas temáticos é o de fornecer, com o auxílio de símbolos qualitativos e/ou quantitativos dispostos sobre uma base de referência, geralmente extraída dos mapas e cartas topográficas, as informações referentes a um determinado tema ou fenômeno que está presente ou age no território mapeado.

Os mapas e cartas geológicas, geomorfológicas, de uso da terra e outras, constituem exemplos de representação temática em que a linguagem cartográfica privilegia a forma e a cor dos símbolos como expressão qualitativa (IBGE, 1999).

De acordo com Loch (2006), a descrição qualitativa é aquela que denota qualidade, ou seja, cada uma das circunstâncias ou características dos fenômenos. A descrição quantitativa mensura o fenômeno através de uma unidade de medida ou através de um percentual.

### **2.5.1 Escala**

Escala é a relação entre a medida de um objeto ou lugar representado no papel a sua medida real. Pode ser representada em mapas na forma numérica, gráfica ou nominal (IBGE, 1999).

Segundo Miranda (2005), a escala é a relação constante existente entre as distâncias lineares medidas sobre o mapa ou carta, e as distâncias lineares correspondentes, ou seja, aquelas reais medidas sobre o terreno.

Para Joly (2001) as escalas numéricas figura-se em frações matemáticas, cujo denominador representa as dimensões naturais do terreno e o numerador corresponde ao mapa utilizando-se da mesma unidade, sendo indicado

da seguinte forma: 1: 50.000 ou 1/50.000 (um para cinquenta mil), significa que, 1 milímetro medido na carta representa 50.000 milímetros no terreno.

De acordo com Fitz (2008), a escala gráfica é representada por uma linha ou barra (régua), graduada, contendo subdivisões denominadas talões. Cada talão apresenta a relação de seu comprimento com o valor correspondente no terreno, indicando sob forma numérica, na sua parte inferior. O talão preferencialmente deve ser expresso por um número inteiro.

Normalmente utilizada em mapas digitais, a escala gráfica consta de duas porções: a principal, desenhada do zero para a direita, e a fracionaria, do zero para esquerda, que corresponde ao talão da fração principal subdividida em dez partes (FITZ, 2008).

A escala nominal é aquela apresentada por extenso, com um sinal de igualdade entre o valor expresso no mapa e sua correspondência no terreno, por exemplo, 1 cm = 10 Km ( um centímetro corresponde a dez quilômetros) (FITZ, 2008).

## **2.5.2 Sistemas de coordenadas geográficas**

De acordo com Fitz (2008), a forma mais usual para a representação de coordenadas em um mapa se dá com a aplicação de um sistema sexagesimal, denominado Sistema de Coordenadas Geográficas.

Segundo Rosa; Britto (1996), para que cada ponto da superfície terrestre possa ser localizado, existe um sistema de linhas imaginárias ao redor do globo. Essas linhas são representadas nas cartas pelos meridianos e paralelos. Cada ponto na superfície é dado em termos de sua Latitude e Longitude, contendo unidades de medidas angular ou seja, Graus ( $^{\circ}$ ), minutos ( $'$ ) e segundos ( $''$ ), constituindo assim as coordenadas geográficas.

As coordenadas geográficas baseiam-se em 2 linhas, o Equador e o Meridiano de Greenwich.

Câmara et al (1996) relata que o meridiano de origem (também conhecido como inicial ou fundamental) é aquele que passa pelo antigo observatório britânico de Greenwich, escolhido convencionalmente como a origem ( $0^{\circ}$ ) das longitudes sobre a superfície terrestre e como base para a contagem dos fusos horários. A

leste de Greenwich os meridianos são medidos por valores crescentes até  $+180^\circ$ . A oeste, suas medidas decrescem até o limite de  $-180^\circ$ .

Câmara et al (1996), assume que tanto no modelo esférico como no modelo elipsoidal os paralelos são círculos cujo plano é perpendicular ao eixo dos pólos. O Equador é o paralelo que divide a Terra em dois hemisférios (Norte e Sul) e é considerado como o paralelo de origem ( $0^\circ$ ). Partindo do equador em direção aos pólos têm-se vários planos paralelos ao equador, cujos tamanhos vão diminuindo até que se reduzam a pontos nos pólos Norte ( $+90^\circ$ ) e Sul ( $-90^\circ$ ).

Di Maio (2008) discorre que a latitude é o ângulo de arco norte-sul em relação ao Equador, ou seja, é o arco contado sobre o meridiano do lugar e que vai do Equador até o local considerado. Varia de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ , sendo convencionado mais para Norte e menos para o Sul. Longitude é ângulo de arco leste-oeste do Meridiano Principal, ou seja, é o arco contado ao longo do paralelo do ponto, que vai do Meridiano de Greenwich até o meridiano considerado. Varia de  $0^\circ$  à  $180^\circ$ , sendo convencionado menos para oeste e mais para leste de Greenwich.

Possuindo-se os ângulos de latitude e longitude de um local estão determinadas as coordenadas geográficas do mesmo.

### **2.5.3 Sistemas de coordenadas planas UTM - Universal Transversa de Mercator**

O sistema UTM surgiu de uma modificação da projeção transversa de Mercator, proposta por Gauss, e posteriormente, reestruturada por Krüger, com a adição do sistema de fusos (LOCH, 2006). É mais empregado em trabalhos que envolvam o SIG. Suas facilidades dizem respeito à adoção de uma projeção cartográfica que trabalha com paralelos retos e meridianos retos e equidistantes (FITZ, 2008).

De acordo com Rosa; Britto (1996), o sistema adota uma projeção do tipo cilíndrica, transversal e secante do globo terrestre, que divide a Terra em 60 fusos que são numerados de 1 a 60, com início no antimeridiano de Greenwich e contado no sentido oeste-leste, os limites de mapeamento são os paralelos  $80^\circ$  S e  $84^\circ$  N, a partir dos quais se utiliza uma projeção estereográfica polar.

Fitz (2008) acredita que a origem do sistema é estabelecida pelo cruzamento do equador com um meridiano padrão específico, denominado Meridiano Central (MC). Os valores das coordenadas obedecem a uma sistemática

de numeração que estabelece um valor de 10.000.000 (dez milhões de metros) sobre o equador e de 500.000 (quinhentos mil metros) sobre o MC. As coordenadas lidas a partir do eixo N (norte-sul) de referência, localizada sobre o equador terrestre, vão se reduzindo no sentido sul do eixo. As coordenadas do eixo E (leste-oeste), contadas a partir do MC de referência, possuem valores crescentes no sentido leste e decrescente do sentido oeste.

De acordo com Joly (1991), o UTM em vários países, é bastante adequado para uso em mapas que retratem a região entre os paralelos 80º norte e sul. Por isso, quatro anos mais tarde, em 1995, o exército brasileiro adotou a projeção UTM (1:250 000, 1:100 000, 1:50 000), desta forma o país dispõe de oito fusos: 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, e 25.

#### 2.5.4 Datum

Para caracterizar um *datum* utiliza-se uma superfície de referência posicionada em relação à Terra real. Trata-se, portanto, de um modelo matemático que substitui a Terra real nas aplicações cartográficas (DI MAIO, 2008).

De acordo com Câmara et al (1996), um *datum* planimétrico é formalmente definido por cinco parâmetros: o raio equatorial e o achatamento elipsoidais e os componentes de um vetor de translação entre o centro da Terra real e o do elipsóide. Na prática, devido à incertezas na determinação do centro da Terra real, trabalha-se com translações relativas entre diferentes *data* planimétricos.

Câmara et al (1996) discorre sobre um conceito importante é o de *datum* vertical ou altimétrico. Trata-se da superfície de referência usada pelo geodesta para definir as altitudes de pontos da superfície terrestre. Na prática a determinação do *datum* vertical envolve um marégrafo ou uma rede de marégrafos para a medição do nível médio dos mares. Faz-se então um ajustamento das medições realizadas para definição da referência “zero” e adota-se um dos marégrafos como ponto de referência do *datum* vertical. No Brasil o ponto de referência para o *datum* vertical é o marégrafo de Imbituba, em Santa Catarina.

Segundo Loch (2006), um *datum* planimétrico ou horizontal é estabelecido a partir de parâmetros como a latitude e a longitude de um ponto inicial, azimuth, e duas constantes necessárias para definir o elipsóide de referência. Assim, forma-se a base para o cálculo dos levantamentos de controle horizontal.

Para Fitz (2008), os mapas mais antigos do Brasil adotavam o *datum* planimétrico Córrego Alegre. Mais recentemente, o *datum* planimétrico SAD-69 passou a ser utilizado como referência. Modernamente, com o advento das medições GPS, tem sido comum o emprego do *datum* planimétrico global WGS-84.

Desde fevereiro de 2005, o Brasil possui um novo referencial geodésico, chamado SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) - Elipsóide GRS 80.

De acordo com Fernandes; Nogueira (2010, o SAD69 é um sistema geodésico regional de concepção clássica, cujo principal objetivo era o de estabelecer um *datum* uniforme de âmbito continental). Recomendada a sua utilização pelos países Sul-americanos em 1969. Com os avanços tecnológicos e de uma série de outros fatores, como técnicas e equipamentos, constatou-se a necessidade de se fazer manutenções nos produtos geodésicos, com a finalidade de proporcionar dados mais consistentes.

Para Fernandes; Nogueira (2010), com a mudança do *datum* geodésico brasileiro de SAD-69 (*South American Datum*1969) para o SIRGAS-2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), e o emprego cada vez mais crescente do GPS (Sistema de Posicionamento por Satélite) na implantação de redes e suas densificações para as mais diversas aplicações geodésicas, como engenharia, cadastro, cartografia, entre outras, existe a necessidade da integração dos dados existentes no antigo *datum* ao novo estabelecido, através de parâmetros de transformação que melhor se ajustem à situação local.

## 2.6 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – SIG

Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são sistemas computacionais capazes de capturar, armazenar, consultar, manipular, analisar, exibir e imprimir dados referenciados espacialmente sobre/sob a superfície da Terra (FITZ, 2008).

Diversas definições são encontradas na literatura, umas mais genéricas, e outras mais específicas, incluindo detalhes das aplicações ou tecnologias empregadas. De acordo com Rosa; Brito (2006, p. 8)

O SIG é um sistema destinado a aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados referidos espacialmente na superfície da terra. [...] Essa tecnologia automatiza tarefas até então realizadas

manualmente e facilita a realização de análises complexas, através da interpretação de dados de diversas fontes.

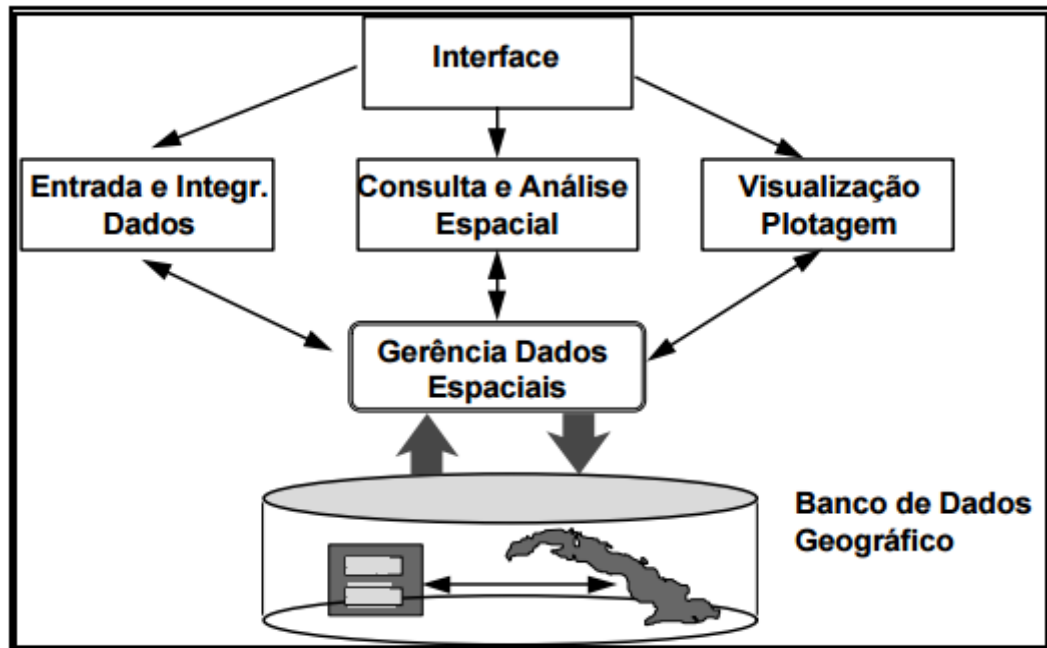
Devido aos avanços tecnológicos, houve o surgimento de *hardwares* e *softwares* especializados para a geração de mapas, principalmente os sistemas *Computer Aided Desing* (CAD) e *Geographic Information System* (GIS), que permite desenhar em meio digital (FITZ, 2008).

Segundo Loch (2006), pesquisas na área dos SIG tiveram início na década de 60, variando em terminologia de acordo com a área de aplicação a que se destinavam. Termos como *Land Information System* (LIS), *Automated Mapping/Facilities Management* (AM/FM), *Computer-Aided Draftingand Design* (CADD), *Multipurpose Cadastre* e outros, foram usados para identificar sistemas, em diferentes áreas da atividade humana, que têm como característica comum, o tratamento de informações geográficas, ou seja, informações com atributos associados a uma localização determinada dentro de um sistema de coordenadas.

De acordo com Lisboa Filho (1995), o universo de problemas onde os SIG podem atuar com contribuições substanciais é muito vasto. Atualmente, estes sistemas têm sido utilizados principalmente em órgãos públicos nos níveis federal, estadual e municipal, em institutos de pesquisa, empresas de prestação de serviço de utilidade pública (ex. Planejamento e Gerenciamento Urbano, Planejamento agropecuário, Uso de Recursos Naturais, meio ambientes e Atividades Econômica.)

Lisboa Filho (1995) acredita que as funções do SIG operam sobre dados em uma área de trabalho em memória principal. Os dados são recuperados dos arquivos em disco (que podem ser controlados por um sistema gerenciador de bases de dados SGBD) e carregados em memória, a partir da definição de uma região geográfica de interesse. A figura 1 indica o interrelacionamento dos principais componentes. Cada sistema, em função de seus objetivos e necessidades, implementa estes componentes de forma distinta, mas todos os subsistemas citados estão presentes num SIG.

Figura 1 - Estrutura interna de um SIG.



Fonte: Lisboa Filho, 1996.

Os SIGs podem envolver o desenvolvimento de estruturas para representação de dados espaciais, algoritmos para extrair informações relevantes a partir do banco de dados e gerenciar grande volume de dados espaciais. Além disso, é possível desenvolver novas ferramentas de *software*, a fim de serem utilizadas para tratamento de dados (FITZ, 2008).

Com o avanço da tecnologia, os SIGs incorporaram algumas funcionalidades CAD, possibilitando uma edição redefinida de atributos vetoriais. Segundo Loch (2006), os dados mapeados podem ser consultados, editados e visualizados separadamente ou em conjunto, conforme a necessidade, mas o que distingue um SIG de outros sistemas de informação é a capacidade de combinar *layers* para análises espaciais.

As múltiplas operações apresentadas por um SIG podem ser classificadas em três grupos, de acordo com o fim a que se destinam (D'ALGE, s.d).

D'Alge (s.d) acredita que em um SIG, os dados geográficos são estruturados em planos de informação, também denominados de camadas. Os planos de informação, quando geograficamente referenciados (georreferenciados), ou seja, referenciados ao sistema de coordenadas terrestres (geográficas ou planas), podem ser sobrepostos e representam o modelo do mundo real. Para que ocorra a correta sobreposição entre os planos de informação, é necessário que



possuam projeção cartográfica, sistema de coordenadas e sistema geodésico (*datum*) comuns e tenham sido gerados em escalas aproximadas.

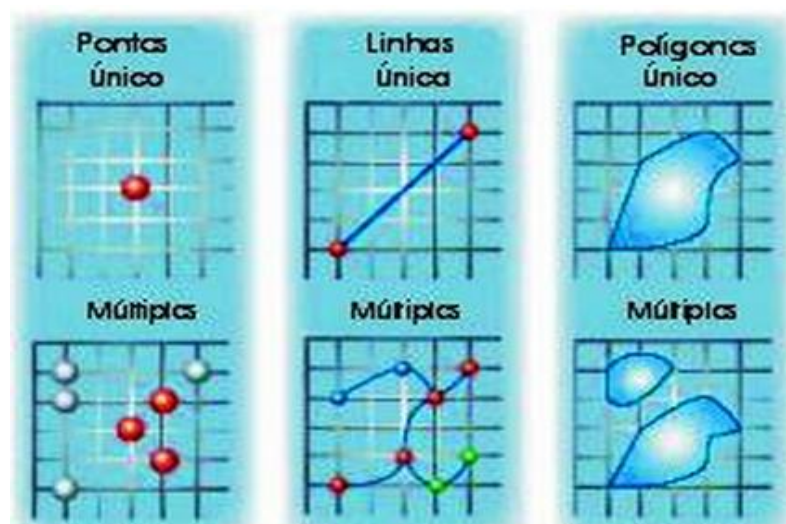
Di Maio (2008,) discorre que os modelos geométricos para a representação da componente gráfica no ambiente digital são vetorial e matricial, também denominado de *raster*. As operações dos SIG, para serem eficientemente executadas, requerem que os planos de informação estejam representados em um determinado modelo. Em geral, estes sistemas suportam os dois modelos geométricos.

### 2.6.1 Modelo vetorial

Na estrutura vetorial, a localização e a feição geométrica do elemento são armazenadas e representadas por vértices definidos por um par de coordenadas (DI MAIO, 2008).

Dependendo da sua forma e da escala cartográfica, os elementos podem ser expressos pelas seguintes feições geométricas (Figura 2), (DI MAIO, 2008).

Figura 2 - Representação geométrica dos elementos geográficos.



Fonte: DI MAIO, 2008.

Segundo Lisboa Filho (1995), pontos representados por um vértice, ou seja, por apenas um par de coordenadas, definindo a localização de objetos que não apresentam área nem comprimento. Exemplos: hospital representado em uma

escala intermediária, cidade em uma escala pequena, epicentro de um terremoto, etc.

Linhas poligonais ou arcos representados por, no mínimo, dois vértices conectados, gerando polígonos abertos que expressam elementos que possuem comprimento. Exemplos: estradas, rios, etc (DI MAIO, 2008).

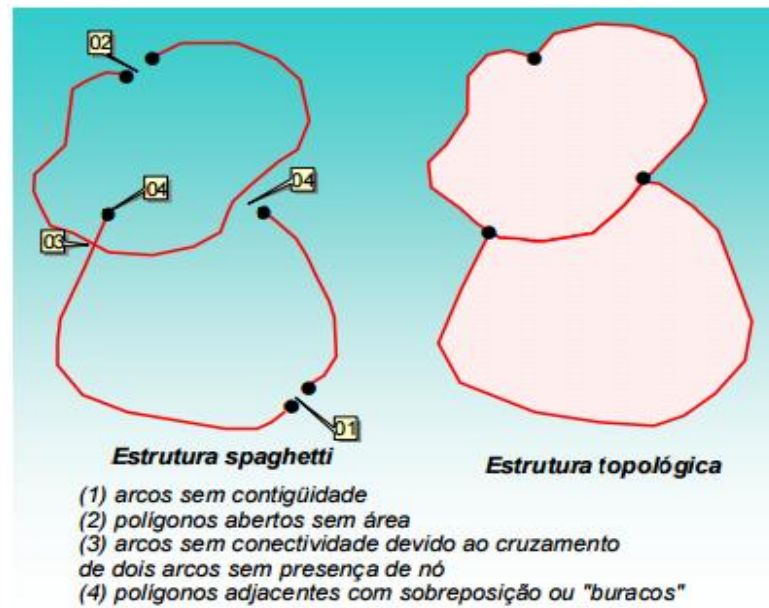
Segundo Lisboa Filho (1996), polígonos representados por, no mínimo, três vértices conectados, sendo que o primeiro vértice possui coordenadas idênticas ao do último, gerando, assim, polígonos fechados que definem elementos geográficos com área e perímetro. Exemplos: limites político-administrativos (municípios, estados), classes de mapas temáticos (uso e cobertura do solo, pedologia), etc.

De acordo com Lisboa Filho (1996), as feições geométricas (ponto, linha e polígono), utilizadas para representação dos elementos, bem como a sua estrutura de armazenamento, estabelecem as relações espaciais entre os elementos geográficos, ou seja, relações espaciais existentes entre si e entre os outros elementos, denominadas de relações topológicas.

Di Maio (2008), expõe que a estrutura de armazenamento dos dados vetoriais pode ser topológica ou do tipo spaghetti. Na estrutura topológica os relacionamentos espaciais entre os elementos geográficos, representados por nós, arcos e polígonos, estão armazenados em tabelas. Os nós são entidades unidimensionais que representam o vértice inicial e o final dos arcos, além das feições pontuais. Os arcos correspondem a entidades unidimensionais, iniciados e finalizados por um nó, podendo representar o limite de um polígono ou uma feição linear. Os polígonos, que representam feições de região, são definidos por arcos que compõem o seu perímetro.

Na estrutura spaghetti, as coordenadas das feições são armazenadas linha a linha, resultando em arquivos contendo uma lista de coordenadas. A simplicidade desta estrutura limita a sua utilização em análises espaciais, já que pode gerar incongruências como as listadas na Figura 3.

Figura 3 - Comparação entre a estrutura topológica e spaghetti.

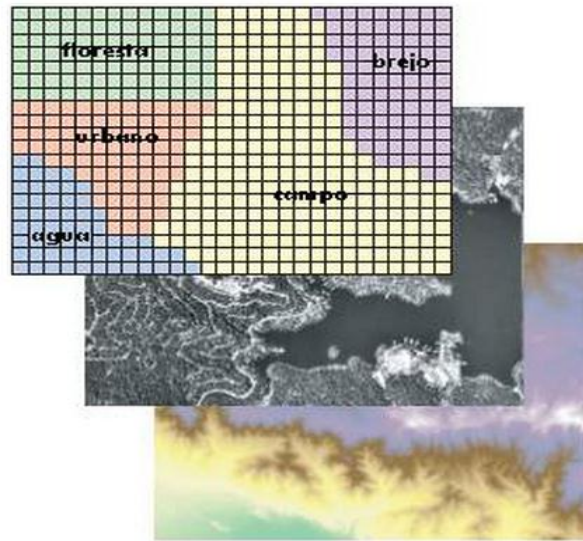


Fonte: DI MAIO,2008.

### 2.6.2 Modelo matricial

Conforme Fitz (2008), no modelo matricial, também denominado *raster*, o terreno é representado por uma matriz  $M(i, j)$ , composta por  $i$  linhas e  $j$  colunas, que definem células, denominadas de *pixels* (*picture cell*) (Figura 4). Cada *pixel* apresenta um valor referente ao atributo, além dos valores que definem o número da coluna e o número da linha, correspondendo, quando o arquivo está georreferenciado, às coordenadas  $x$  e  $y$ , respectivamente.

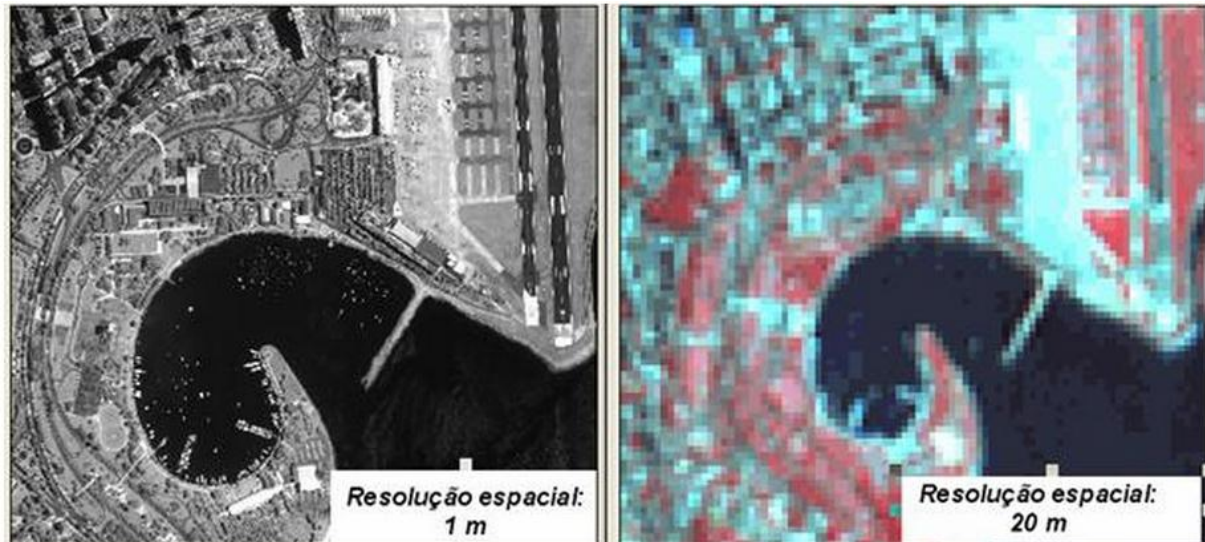
Figura 4 - Modelo de representação matricial.



Fonte: DI MAIO, 2008.

Segundo Di Maio (2008), neste tipo de representação, a superfície é concebida como contínua, onde cada *pixel* representa uma área no terreno, definindo a resolução espacial. Em dois documentos visualizados na mesma escala, o de maior resolução espacial apresentará *pixels* de menor tamanho, já que discrimina objetos de menor tamanho. Por exemplo, um arquivo com a resolução espacial de 1 m possui maior resolução do que um de 20 m, pois o primeiro discrimina objetos com tamanho de até 1 m, enquanto o segundo de até 20 m (Figura 5). As medidas de área e distância serão mais exatas nos documentos de maior resolução, mas, por sua vez, eles demandam mais espaço para o seu armazenamento.

Figura 5 - Imagens IKONOS (1m) e SPOT (20 m).



Fonte: DI MAIO, 2008.

O modelo *raster* é adequado para armazenar e manipular imagens de sensoriamento remoto, ou seja, imagens da superfície terrestre geradas a partir da detecção e do registro, por um sensor transportado em um veículo aéreo ou orbital (FITZ, 2008).

A eficiência na execução das operações de manipulação e tratamento dos dados em um SIG depende do modelo geométrico utilizado para sua representação, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Funções de acordo com o modelo de representação geométrica.

Função	Representação Vetorial	Representação Matricial
Relações espaciais entre objetos	Relacionamentos topológicos entre objetos disponíveis	Relacionamentos espaciais devem ser inferidos
Ligação com banco de dados	Facilita associar atributos a elementos gráficos	Associa atributos apenas a classes do mapa
Análise, Simulação e Modelagem	Representação indireta de fenômenos contínuos Álgebra de mapas é limitada	Representa melhor fenômenos com variação contínua no espaço Simulação e modelagem mais fáceis
Algoritmos	Problemas com erros geométricos	Processamento mais rápido e eficiente.

Fonte: DI MAIO, 2008.

### 2.6.3 Álgebra de mapas

De acordo com Barbosa (1997), o conceito de álgebra de mapas ou álgebra de campos pode ser visto como uma extensão da álgebra tradicional, com um conjunto de operadores onde as variáveis manipuladas são campos geográficos. Estes operadores manipulam um, dois ou mais geo-campos, sendo cada qual descritor de um atributo diferente ou um mesmo atributo com datas de aquisição diferentes.

Barbosa (1997) relata que uma linguagem de modelagem cartográfica, com álgebra de mapas, usa uma sequência de funções primitivas para realizar uma análise complexa de mapas. Ela é semelhante à álgebra tradicional, na qual usa operadores primitivos (adição, subtração, exponencial), são logicamente sequenciais com variáveis para formar uma equação. Na álgebra cartográfica mapas inteiros representam as variáveis. O procedimento analítico envolve o processamento cíclico de mapas digitas usando-se de operações de processamento espacial. Uma análise cartográfica envolve a recuperação de um ou mais mapas da base de dados, processamento destes dados como especificado pelo usuário, criando um novo mapa contendo o resultado do processamento e o seu armazenamento para processamento subsequente.

A álgebra cartográfica inclui primitivas de processamento para transformar, combinar camadas, convolvê-las com filtros de varias maneiras, tais como mascara da vizinhança, conectividade, proximidade e rotas ótimas e ainda realizar estatísticas (BARBOSA, 1997).

## 2.7 ÍNDICES AMBIENTAIS

O grau de sensibilidade, vulnerabilidade e fragilidade ambiental é representado por um índice, que é uma ferramenta de mensuração de dados que envolvem a expressão de uma ou mais medidas de quantificação como parte de uma escala (ESPINDOLA, 2009).

Conforme Espindola (2009) em um índice, uma ou mais condições ambientais podem ser executadas, e podem ainda receber um peso, que lhe concederá maior ou menor importância. Essas condições ambientais, ou variáveis, são dispostas em uma equação para cruzamento das informações, o uso do SIG

permite a sistematização de dados e a realização de distintas análises geoespaciais, como a de geração de índice.

Conforme Espindola (2009), a sensibilidade ambiental é uma medida que expressa a facilidade com que um ambiente é afetado quando recebe alguma intervenção.

Para Almeida, Santos e Martins (2009), o termo fragilidade tem sido usado associado normalmente à qualidade dos espaços físicos, ele se refere à “suscetibilidade” e às causas de desequilíbrios do mesmo, relacionadas às ocupações e aos usos frequentes.

Segundo Nascimento; Dominguez (2009, s.p), Vulnerabilidade Ambiental significa a maior ou menor susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer. O mapeamento da vulnerabilidade ambiental defini áreas ambientalmente vulneráveis a um grupo de atividades e alterações do meio, para a definição do índice de vulnerabilidade ambiental, considera a importância das condições ambientais e antrópicas.

### **2.7.1 Vulnerabilidade e Risco**

Para Fushimi (2012), a ideia de vulnerabilidade complementa a noção de risco. Pesquisadores tratam desse assunto por diferentes abordagens, distinguindo esses conceitos e incorporando em suas proposições outros termos, como ameaça e perigo, os quais, direta ou indiretamente, relacionam-se com o tema em questão.

Define-se vulnerabilidade como o “[...] grau de fragilidade dos elementos (receptores) de uma comunidade”. E uma condição prévia que se manifesta durante o desastre, podendo ser evitado ou minimizado ao se tomar as devidas precauções (FUSHIMI, 2012).

De acordo com Fushimi (2012), o risco é a “Combinação de frequência e consequência de eventos indesejáveis, envolvendo perda. Os riscos podem ser: individuais, sociais, ambientais ou financeiros”. Depende e se origina a partir da relação entre ameaça e vulnerabilidade e está inserido na sociedade, que direciona o seu nível, o grau de percepção e as maneiras de enfrentá-lo.

Observa-se, no entanto, que as pessoas em geral confundem a noção de risco com a noção do próprio evento que causa ameaça ou perigo, o que dificulta a sua percepção e sua gestão. Assim, a noção de perigo, que é diferente da noção de

risco, tem a ver com a possibilidade ou a própria ocorrência de um evento causador de prejuízo (ALMEIDA ; PASCOALINO, 2014).

Para Almeida; Pascoalino (2014), perigo é uma ameaça potencial para as pessoas e seus bens, enquanto risco é a probabilidade da ocorrência de um perigo e de gerar perdas. Já a ameaça é definida como fator externo do risco, representado pela possibilidade de que ocorra um fenômeno ou evento adverso que poderia gerar dano às pessoas ou em seu entorno.

De acordo com Almeida; Pascoalino (2014), o termo vulnerabilidade não é novo, mas sua aplicação nos estudos de avaliação de grupos específicos que se encontram mais suscetíveis a determinados eventos danosos, remonta ao início da década de 1980. Até então, o enfoque dado à análise dos riscos e perigos (sejam eles naturais, sociais, tecnológicos, econômicos, geopolíticos, etc.), dessa forma, o conceito de vulnerabilidade torna-se essencial na abordagem dos riscos e perigos, e central para o desenvolvimento de estratégias de redução e mitigação das consequências dos desastres naturais, nas diversas escalas de análise (local, regional, nacional, global).

Termos o quadro 1 que relaciona alguns conceitos relacionados a risco como: evento, acidente, desastre, perigo (hazard), ameaça, suscetibilidade, vulnerabilidade e o próprio risco, ainda não encontraram definições unânimes entre os seus usuários (ROCHA; FERNANDES, 2010).



Quadro 1 - Termos e conceitos relacionados a riscos.

TERMO	CONCEITO
ACIDENTE	Ao contrário do conceito de risco, acidente é um fato já ocorrido, evento não intencional que pode causar ferimentos, pequenas perdas e danos materiais e/ou ambientais, mas é prontamente controlado pelo sistema de gestão (exemplo: incêndio em uma indústria, controlado pelos bombeiros).
EVENTO	Assim como o acidente, evento é um fato já ocorrido, fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo, onde não foram registradas consequências sociais e/ou econômicas (perdas e danos).
FREQÜÊNCIA	Número de ocorrências por unidade de tempo.
DESASTRE	Evento não intencional que pode causar ferimentos médios e graves, danos materiais/ambientais razoáveis, e é parcialmente controlado pelo sistema de gestão (exemplo: vazamento e explosão de material inflamável, com contaminação de curso d' água e solo).
PERIGO (HAZARD)	Condição ou fenômeno com potencial de ameaçar a vida humana, a saúde, propriedade ou ambiente, trazendo consequências desagradáveis.
VULNERABILIDADE	Grau de fragilidade de um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo.
ÁREA DE RISCO	Área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeitos adversos. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos integridade físicas,

Fonte: ROCHA; FERNANDES, 2006.

### 2.7.2 Vulnerabilidade ambiental

Segundo Serrano (2011), “as cidades, em geral, concentram atualmente grande parte da população do país. Os estados e municípios vêm cada vez mais se industrializando e mecanizando as atividades agrícolas”. A intensa apropriação da superfície terrestre por diferentes grupos sociais, tanto rurais quanto urbanos, sem atentar para as leis do uso do solo e, ainda, a deficiente ou inexistente fiscalização por parte dos órgãos públicos, faz com que haja desequilíbrio e degradação do meio natural e urbano e, quando o equilíbrio do meio é rompido por qualquer motivo, seja pela inadequada utilização do solo e ou pelo desenfreado crescimento urbano, o ambiente passa a evoluir sobre novas condições de dinâmica. Essa situação acarreta inúmeros efeitos negativos não apenas pelos elementos naturais, mas pela própria sociedade, na presença das enchentes, erosões, poluições hídricas e da degradação do solo, entre outros.

De acordo com Serrano (2011), é crescente a necessidade de estudos e pesquisas sobre a estrutura e a dinâmica do meio e a sua potencialidade e ou vulnerabilidade em face da introdução de novas atividades.

Neste sentido, à conceituação de vulnerabilidade, vem do latim *Vulnerabilis*, corresponde ao ponto mais fraco ou que passa a ser mais vulnerável aos ataques (NASCIMENTO; DOMINGUEZ, 2009). A vulnerabilidade está sempre associada à maior ou menor fragilidade de um determinado ambiente. (Serrano, 2011), se alinha aos autores que consideram a sua associação com os desastres naturais ou sociais. Evidencia-se em tudo isto a intervenção antrópica da população e a capacidade do meio físico em observar os impactos decorrentes de ações de risco.

Para Serrano (2011), é crescente a necessidade de estudos e pesquisas sobre a estrutura e a dinâmica do meio e a sua potencialidade e ou vulnerabilidade em face da introdução de novas atividades, mesmo em cidades que foram ou não planejadas. A utilização do Sistema de Informação Geográfica – SIG, aliado a levantamentos geotécnicos em estudos de avanço e da ocupação correta de áreas urbanas.

Segundo Spörl; Ross (2014), os estudos relativos à vulnerabilidade ambiental, através das determinações das vulnerabilidades potenciais de ambientes naturais, são de considerável importância para o planejamento ambiental, tocante a proposição de diretrizes e as ações para ordenamento territorial. Existem várias metodologias que são utilizadas em estudos de vulnerabilidade. Os autores acima discutem, apresentam e comparam três métodos subsidiados pelos conceitos de ecodinâmica Tricart (1977) de uso corrente no Brasil, sendo destes, dois desenvolvidos por Ross (1994) e outro por Crepani et. al. (2001).

### **2.7.3 Ecodinâmica**

No conceito de unidades ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977), o ambiente é analisado sob o prisma da Teoria de Sistemas que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações em equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio, entretanto, é frequentemente

alterado pelas intervenções do homem nos diversos componentes da natureza, gerando estados de desequilíbrios temporários, ou até permanentes.

De acordo com Tricart (1977), a ótica dinâmica impõe-se em matéria de organização do espaço, esta não consiste na intervenção em um meio inerte, que leva em consideração dados imutáveis. A ação humana é exercida em uma natureza mutante, que evolui segundo suas próprias leis, das quais percebemos sua complexidade, estudar a organização do espaço e determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece.

A paisagem é resultado da ação da atmosfera sobre as rochas da superfície terrestre e da força da água em movimento sob a ação da energia solar, ou em outras palavras, é o resultado da interação entre a dinâmica interna e a dinâmica externa da terra (DOMINGUEZ; NASCIMENTO, 2009).

Uma unidade de paisagem natural é considerada vulnerável quando impera os processos modificadores do relevo (morfogênese) e, por isso, existe um predomínio dos processos de erosão em agravo aos processos de formação e desenvolvimento do solo (pedogênese) (CREPANI et al, 2001).

Tricart (1977) relata que a ecodinâmica trata-se de um modelo avaliativo das unidades territoriais com base na relação entre a pedogênese e a morfogênese, proporcionando sua classificação quanto ao grau de instabilidade ambiental. Nesta proposta, as Unidades de Paisagens podem ser classificadas em três categorias: os meios estáveis onde há predominância dos processos pedogenéticos; os meios instáveis onde predominam os processos morfogenéticos e os meios integrados ou intermediários/transição entre as duas categorias citadas anteriormente.

Segundo Tricart (1977) os “Meios Instáveis” são aquelas cujas intervenções humanas modificaram intensamente os ambientes naturais, através dos desmatamentos e práticas de atividades econômicas diversas e, como “Meios Estáveis” temos aquelas que estão em seu estado natural, ou seja, foram poupadas da ação humana e, bem como “Meios Intergrades” que designa uma transição entre os meios estáveis e instáveis.

Na natureza, segundo Tricart (1977), o equilíbrio dinâmico se processa pela troca de energia e de matéria. Neste sentido, as classificações das unidades da paisagem se desenvolvem da seguinte maneira: áreas em que prevalecem os processos pedogenéticos entendidos como estáveis, áreas em que predomina a

morfogênese, consideradas instáveis, e por fim quando da existência de um equilíbrio entre pedogênese e morfogênese, as áreas são consideradas de estabilidade intermediária.

#### 2.7.4 Metodologias para cruzamento de dados cartográficos

Os modelos, propostos por Ross (1994) e Crepani et. al. (2001), estão relacionados a aspectos relevantes oferecidos por produtos cartográficos temáticos, atrelados à utilização de Sensoriamento Remoto. Estes modelos têm sido adotados por determinados autores, sendo estes procedimentos metodológicos organizados e expostos na tabela 2

Tabela 2 - Procedimentos metodológicos adotados por Ross (1994) e Crepani et al. (2001).

Ross (op. cit.)	Crepani et. al. (op. cit.)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carta geomorfológica, atrelada à análise genética, como produto intermediário para a construção da carta de fragilidade;</li> <li>• Carta de solos que tem como critérios a textura, plasticidade, estrutura, grau de coesão das partículas, espessura dos horizontes superficiais e sub-superficiais;</li> <li>• Carta de uso e ocupação do solo produto intermediária de grande importância para a avaliação do grau de proteção atual do solo;</li> <li>• Caracterização climática tendo como dados fundamentais e de maior relevância a intensidade e distribuição das chuvas;</li> <li>• Classificação do grau de vulnerabilidade através da hierarquização e correlação das variáveis acima descritas em cinco classes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidade homogênea elaborada com auxílio de interpretação de imagem de satélite, diferenciando os seguintes padrões: cor, textura, forma e também padrão de drenagem e relevo;</li> <li>• Associação de variáveis adquiridas através de mapas temáticos com o mapeamento preliminar das Unidades Homogêneas para confecção e caracterização das unidades de paisagem;</li> <li>• Classificação do grau de vulnerabilidade e estabilidade de cada uma das unidades ambientais expressa, através da atribuição de valores de estabilidade adotados de 1 a 3 para cada unidade classificada.</li> </ul>

Fonte: SERRANO, 2011.

Segundo Spörl; Ross (2004), os modelos propostos por Ross (1994) e Crepani et.al. (2001) são embasados nos conceitos de ecodinâmica trabalhado por Tricart (1977), baseados na avaliação de modelos das unidades da paisagem. Os modelos das unidades de paisagem, que determinam os graus de instabilidade ambiental de uma determinada região, conceitualmente se baseiam na pedogênese,

morfogênese e nos aspectos sinóticos adquiridos através da interpretação de dados obtidos por meio de Sensoriamento Remoto.

Na operacionalização técnica dos modelos propostos por Ross (1994) e Crepani et al. (2001) são utilizadas as variáveis relacionadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Variáveis utilizadas em cada um dos procedimentos técnico-operacionais.

<b>METODOLOGIAS</b>	<b>Índice de dissecação do relevo (Ross, 1994)</b>	<b>Classes de declividade (Ross, 1994)</b>	<b>UTB'S* (Crepani et. al., 1996)</b>
Variáveis			
Índice de dissecação do relevo	X		X
Declividade		X	
Solo	X	X	X
Cobertura Vegetal	X	X	X
Rocha			X
Clima	X	X	X

\* Unidade Territorial Básica

Fonte: Spörl e Ross (2004)

Ross (1994) discute e reavalia as variáveis consideradas na análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Toma como referência a fragilidade potencial, que se relaciona com as condições naturais da paisagem (substrato rochoso, clima, solo e declividade), e a fragilidade emergente, que se relaciona não só com a fragilidade potencial, mas também com a ação antrópica (uso e ocupação do solo). Na avaliação da fragilidade a influência de cada variável em si é quantificada por um coeficiente numérico, sendo o mesmo relacionado em cinco categorias de fragilidade, sendo elas: muito baixa, baixa, média, alta, muito alta.

Crepani et al. (2001), de maneira diferenciada de Ross (1994), propõe uma metodologia específica para a determinação de índice de vulnerabilidade ambiental, considerando a influência das condições ambientais e antrópica. Estes índices de vulnerabilidade ambiental, inclusive com a devida classificação, são apresentados na forma de mapa, para a área de interesse.

Segundo Ferreira et al (2011), para criar o mapa de vulnerabilidade é preciso unir as informações do banco de dados (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e clima) atribuindo pesos para cada classe. Segundo Crepani et al (2001), a escala de vulnerabilidade das unidades territoriais básicas, a partir de sua caracterização morfodinâmica, é feita segundo critérios desenvolvidos a partir dos

princípios da Ecodinâmica de Tricart (1977), meios estáveis, meio intergrades, meios fortemente estáveis.

Segundo Crepani et al (2001), os critérios desenvolvidos a partir desses princípios permitiram a criação de um modelo onde se buscou a avaliação, de forma relativa e empírica, do estágio de evolução morfodinâmica das unidades territoriais básicas, atribuindo valores de estabilidade às categorias morfodinâmicas conforme pode ser visto no quadro 2.

Quadro 2 - Avaliação da estabilidade das categorias morfodinâmicas.

<b>Categoria morfodinâmica</b>	<b>Relação Pedogênese/Morfogênese</b>	<b>Valor</b>
Estável	Prevalece a Pedogênese	1,0
Intermediária	Equilíbrio Pedogênese/Morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a Morfogênese	3,0

Fonte: CREPANI et al, 2001.

Segundo Crepani et al (2001), a partir dessa primeira aproximação procurou-se contemplar maior variedade de categorias morfodinâmicas, de forma a se construir uma escala de vulnerabilidade para situações que ocorram naturalmente. Desenvolveu-se então o modelo mostrado no quadro 3, que estabelece 21 classes de vulnerabilidade à perda de solo, distribuídas entre as situações onde há o predomínio dos processos de pedogênese (às quais se atribuem valores próximos de 1,0), passando por situações intermediárias (às quais se atribuem valores ao redor de 2,0) e situações de predomínio dos processos de morfogênese (às quais se atribuem valores próximos de 3,0).

Quadro 3 - Escala de vulnerabilidade das unidades territoriais básicas.

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA			GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			
					VERM.	VERDE	AZUL	CORES
U1	↑	3,0		VULNERÁVEL	255	0	0	
U2		2,9			255	51	0	
U3		2,8			255	102	0	
U4		2,7			255	153	0	
U5	U	2,6		MODERADAM. VULNERÁVEL	255	204	0	
U6	L	2,5			255	255	0	
U7	N	2,4			204	255	0	
U8	E	2,3			153	255	0	
U9	R	2,2		MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	102	255	0	
U10	A	2,1			51	255	0	
U11	B	2,0			0	255	0	
U12	I	1,9			0	255	51	
U13	L	1,8		MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	102	
U14	I	1,7			0	255	153	
U15	D	1,6			0	255	204	
U16	A	1,5			0	255	255	
U17	D	1,4		ESTÁVEL	0	204	255	
U18	E	1,3			0	153	255	
U19	↓	1,2			0	102	255	
U20		1,1			0	51	255	
U21		1,0			0	0	255	

Fonte: CREPANI et al, 2001.

Segundo Crepani et al (2001), o modelo é aplicado individualmente aos temas (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Clima) que compõem cada unidade territorial básica, que recebe posteriormente um valor final, resultante da média aritmética dos valores individuais segundo uma equação empírica (Equação 1), que busca representar a posição desta unidade dentro da escala de vulnerabilidade natural:

$$V = \frac{G+R+S+Vg+c}{5} \quad (1)$$

Onde:

V = Vulnerabilidade

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos

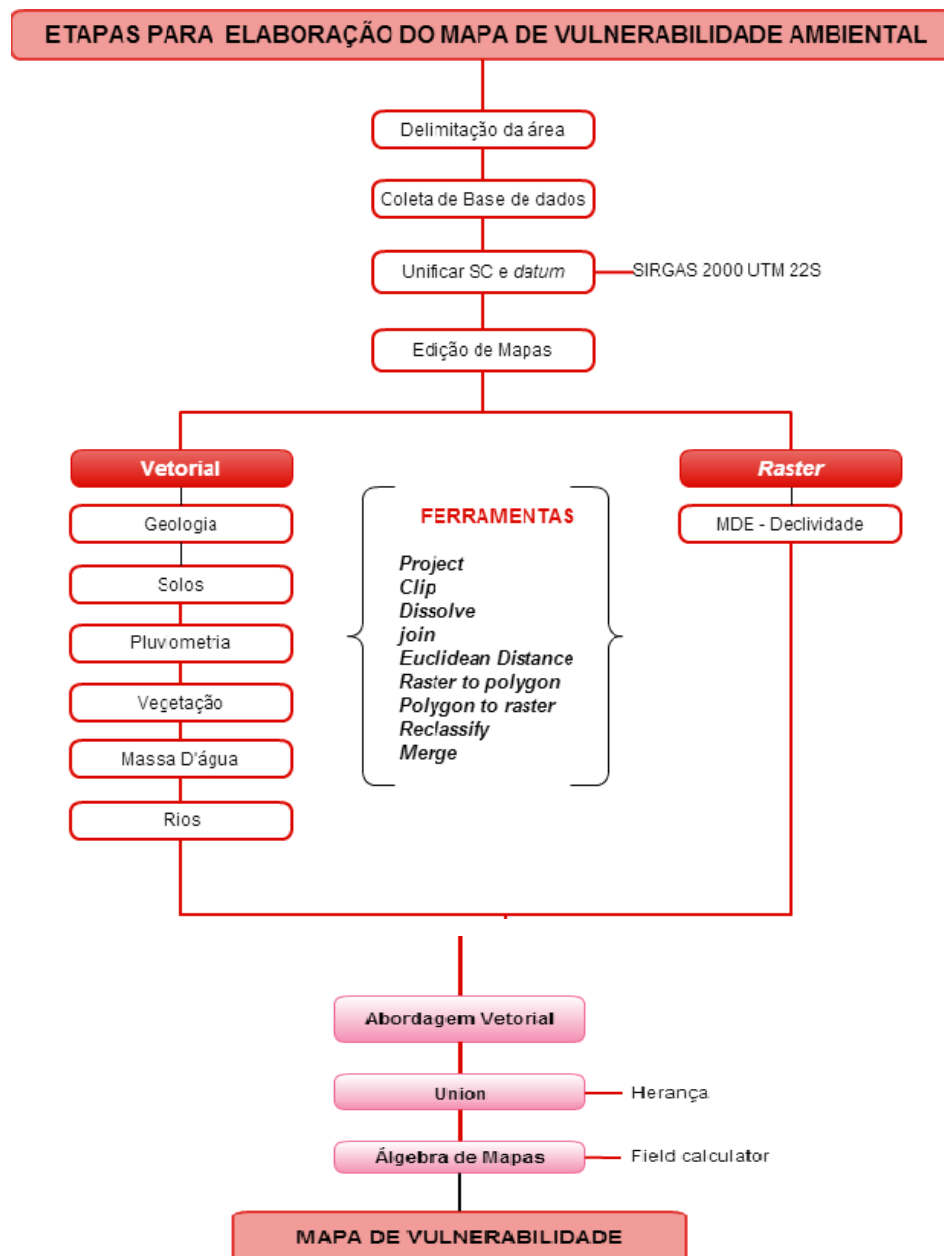
Vg = vulnerabilidade para o tema Vegetação

C = vulnerabilidade para o tema Clima

### 3 METODOLOGIA

O trabalho foi elaborado em duas fases distintas, porém simultâneas. A primeira fase refere-se à pesquisa bibliográfica, a fim de adquirir conceitos e fundamentação teórica relacionada aos preceitos da vulnerabilidade ambiental; e a segunda fase propõe o desenvolvimento do mapa de vulnerabilidade ambiental, a partir das seguintes etapas apresentadas no esquema abaixo:

Figura 6 - Fluxograma das etapas de elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental.



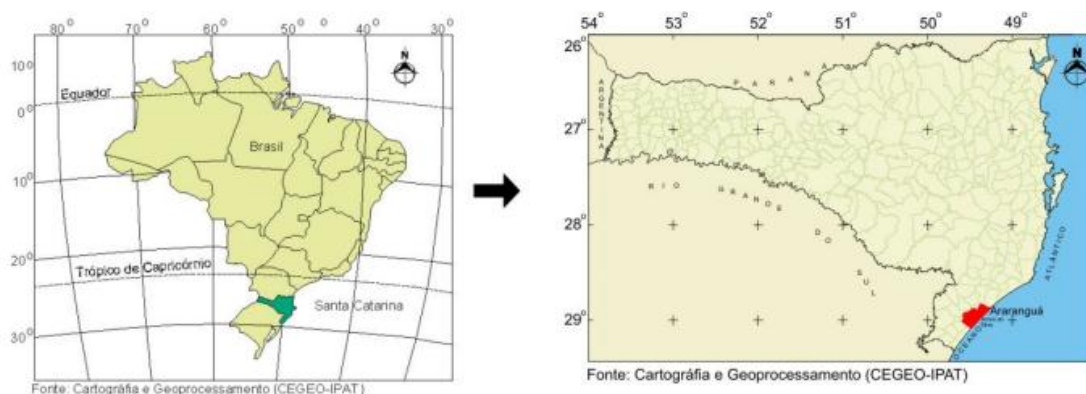
Fonte: Do Autor, 2015.



### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Araranguá com área aproximada de 412 Km<sup>2</sup> está localizado entre as coordenadas 28° 49' 59" a 29° 59' 48" de latitude Sul e 49° 17' 26" a 49° 37' 23" de longitude Oeste de Greenwich. Os limites geográficos do município são assim configurados: ao sul com o município de Sombrio, ao norte com Maracajá, a leste com o Oceano Atlântico e com o Balneário Arroio do Silva e a oeste com os municípios de Turvo e Meleiro como mostra a figura 7.

Figura 7 - Localização da cidade de Araranguá.



Fonte: Adaptado de AMESC, 2015.

Segundo IBGE (1989a, s.d) no município pode ser dividida quanto às suas características físicas em dois setores distintos: a oeste do município afloram as rochas mais antigas, cujas idades variam do Permiano ao Jurássico-Cretáceo; e a leste, que é representada na sua totalidade, por depósitos quaternários, variando do Pleistoceno ao Holoceno.

De acordo com IBGE (1989b, s.d), os solos desenvolvidos sobre a Formação Palermo e parte dos depósitos colúvio-aluvionares, no setor mais ao norte no mesmo, de acordo com IBGE (1989c, s.p), são podzólico vermelho álico não hidromórficos, com horizonte B textural e boa diferenciação entre os horizontes. Por outro lado, no setor mais ao sul da unidade geomorfológica da depressão da zona carbonífera catarinense, sobre o diabásio e no seu entorno – área do Espigão da Pedra – onde aflora a Formação Serra Geral, desenvolvem-se, segundo IBGE (1989c, s.p), os cambissolos álico e eutrófico, não hidromórficos, caracterizados pela presença de horizonte B câmbico, definido pelo baixo gradiente textural, pela média

e alta relação silte/argila. Apresentam-se, quase sempre, pedregosos, com textura argilosa e média, com alta fertilidade natural.

IBGE (1989c, s.d) discorre que o clima da região caracteriza-se, por possuir alta precipitação no verão (janeiro, fevereiro e março) e setembro e nos meses de maio, junho e julho as menores precipitações. As médias das temperaturas durante o verão apresentaram-se acima de 30°C (período de novembro a março), diminuindo para cerca de 10°C no inverno. No que se refere à umidade relativa do ar, os valores variaram em torno de 80%, alcançando os maiores índices entre os meses de fevereiro a junho, decaindo esse percentual na primavera e início do verão.

### 3.2 ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS

A elaboração deste trabalho de conclusão de curso baseia-se no estudo da vulnerabilidade natural, e se fundamenta no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977) que considera 3 classes para unidades de paisagem: estável, intermediária e instável e aplicado por meio da metodologia proposta por Crepani et al. (2001),

No ambiente SIG foram criados os mapas temáticos de interesse para o trabalho: Mapa de Vulnerabilidade Geológica; Mapa de Vulnerabilidade de Solos; Mapa de Vulnerabilidade de Declividade; Mapa de Vulnerabilidade de Vegetação; Mapa de Vulnerabilidade de Rios e Massa d'água e Mapa de Vulnerabilidade de Pluviometria, necessários para o desenvolvimento do mapa de vulnerabilidade ambiental, foram utilizadas dados cartográficos vetoriais e matriciais de dados secundários disponíveis para o município obtidos dos seguintes órgãos/instituições: IBGE, CPRM, EPAGRI, SOS MATA ATLÂNTICA e EMBRAPA, a tabela 4 apresenta a síntese dos dados obtidos para o presente trabalho.

Tabela 4 - Base de dados.

DADOS CARTOGRÁFICOS								
Dados Coletados	Base/Fonte	Vetor	Raster	Tamanho de Célula (m)	Escala	Datum	Ano	Sistema de Coordenadas
Limite Araranguá	IBGE				1:50.000	SIRGAS 2000	2012/2013	GEOGRÁFICA
Vegatação	Fund. Mata Atlântica				1:50.000	SAD 69	2011/2012	PLANA_Albers_Equa l_Area_Conic
Cartas IBGE ( Recursos Hídricos)	EPAGRI/CIRAM				1:50.000	SAD 69	2004	PLANA_UTM_Zone_22S
Solos	EMBRAPA				1:250.000	WGS 84	2004	PLANA_UTM_Zone_22S
Geologia	GEOBANK			30; 30	1:1.000.000	WGS 84	2010	GEOGRÁFICA
Declividade	EPAGRI/CIRAM			30; 30	1:50.000	SAD 69	2005	PLANA_UTM_Zone_22S
Pluviometria	EPAGRI/CIRAM				1:50.000	SAD 69	1997/2001	PLANA_UTM_Zone_22S
Altimetria	EPAGRI/CIRAM				1:50.000	SAD 69	2005	PLANA_UTM_Zone_22S

Fonte: Do Autor, 2015.

Para manipulação e integração dos dados, bem como para a geração do mapa de vulnerabilidade ambiental, foi utilizado o programa ArcMap 9.3<sup>®</sup>, Sistema de Informação Geográfica (SIG) que compõe o pacote ARCGIS (ESRI, 1999-2008), para a confecção do mapa de vulnerabilidade ambiental, foram utilizadas informações do clima (pluviometria), geologia, declividade, pedologia e vegetação para estas informações foi desenvolvida uma classificação de vulnerabilidade ambiental baseada nas 21 classes de vulnerabilidade conforme Crepani (2001).

### 3.3 TRATAMENTO DOS DADOS

Para definição do índice de vulnerabilidade ambiental, todos os dados coletados utilizados no trabalho foram adicionados no *software ArcGis* versão 9.3<sup>®</sup>, a partir disso foi necessário fazer a padronização do *datum* com a ferramenta “Projected Coordinate Systems”, para que todos os mapas ficassem no mesmo sistema de coordenadas, isto se deu através da conversão dos *datum* já existentes nas bases de dados para o sistema de referência SIRGAS 2000 com projeção cartográfica UTM – Fuso 22 sul.

Após esta etapa todos os dados coletados foram sobrepostos ao limite do município e recortados com o auxílio da ferramenta *clip*, que recorta um shapefile com base em outro, os elementos gráficos que não compunham dados de interesse para o trabalho foram descartados.

Posteriormente foram analisadas as tabelas de atributos de cada mapa temático e utilizada a ferramenta dissolve que unifica as informações semelhantes na camada shapefile, os atributos que se igualavam foram dissolvidos e a nova tabela de atributos foi exportada em formato DBase e posteriormente convertidos e organizados em planilhas de excel, este procedimento foi realizado para todos os mapas. Com as informações contidas nas tabelas de atributos foi possível determinar os valores de vulnerabilidade de acordo com a metodologia de Crepani (2001), criando planilhas com índices de vulnerabilidades para cada mapa, essas planilhas foram exportadas para o ambiente SIG com o auxílio da ferramenta *Join*, depois de realizadas as associações entre as tabelas com a ferramenta e *Field calculator* foram inseridos parâmetros para as tabelas e modificada a simbolização do novo arquivo em “*Simbology*”.

Para a geração do mapa de declividade foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE), através da sua derivação em declividade, utilizando-se uma função de análise espacial do ArcGIS 9.3<sup>®</sup>, optando-se pela geração de classes de porcentagem. O software gerou um modelo de declividade com intervalos de classes e de cores aleatórias. Para a escolha dos intervalos de classes à área de estudo usou a ferramenta “*Classify*”, onde se pôde definir as seguintes classes: 0 a 2% (para classes de vulnerabilidade 1), 2 a 6% (para classes de vulnerabilidade 1,5), 6 a 20% (para classes de vulnerabilidade 2); 20 a 50% (para classes de vulnerabilidade 2,5), 50 a 100% (para classes de vulnerabilidade 3). Após essa etapa, procedeu-se seu recorte, sob o contorno do limite municipal e em seguida converteu-se o arquivo *raster* (formato matricial) para um arquivo vetorial do tipo polígono com o auxílio da ferramenta *Raster to Polygon*.

Para mapa de recursos hídricos foram inseridos em um mesmo plano de projeção todos os arquivos criados correspondentes à hidrografia municipal, tais como: rios e massa d’água que são as lagoas naturais que servem de mananciais para captação para o sistema de abastecimento de água da cidade, utilizou-se a ferramenta de análise de proximidade (*Euclidean Distance*) para criação dos limites das áreas de vulnerabilidade ao entorno do corpo d’água em questão, adotando-se

as dimensões estabelecidas pela Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 que dispõe o novo código Floresta brasileiro e posteriormente estabelecidos os seus índices ambientais para as distâncias adotadas (BRASIL, 2012, s.p).

Na caracterização dos tipos de solo da região foi utilizado o Mapa de Solos de Santa Catarina, disponibilizado pela EMBRAPA através de download direto do *website* do órgão na escala 1:250.000. Após os tratamentos primários (unificar as coordenadas, dissolver as feições que se igualavam e analisar a tabela de atributos), já citados realizou-se o recorte do mapa de solos pelo limite do município de Araranguá, assim obtendo o mapa de solos apenas para área objeto do estudo. Posteriormente foram atribuído os valores da vulnerabilidade ambiental para os solos existentes em Araranguá o mesmo procedimento foi utilizado para geração dos mapas de geologia e intensidade pluviométrica.

A partir da interpretação de imagens de satélite foi possível identificar a densidade da cobertura vegetal na área de estudo, determinando-se assim as classes de vulnerabilidade e elaborou-se o mapa de vegetação. Foram utilizadas imagens do site SOS Mata, da Fundação Mata Atlântica com escala 1:50.000. Após os tratamentos primários realizou-se o recorte do mapa da vegetação pelo limite do município de Araranguá, obtendo o mapa da vegetação apenas da região desejada. Utilizou-se a ferramenta de análise de proximidade (*Euclidean Distance*) para criação dos limites das áreas de vulnerabilidade ao entorno da área de vegetação em questão, adotando-se as dimensões estabelecidas pela Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 para corpos hídricos, que estabelece o novo código Florestal. E atribuindo valores de vulnerabilidade a estas distâncias.

Todos os mapas visam representar o município de Araranguá, para isso optou-se pela adoção de uma escala padrão de 1:250.000 a fim de garantir um nível adequado de detalhes para este trabalho.

### 3.4 ELABORAÇÃO DO MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

O mapa de vulnerabilidade ambiental é o resultado do cruzamento de informações contidas em mapas específicos, referenciados às seguintes variáveis temáticas: solo, geologia, pluviometria, declividade, hidrografia e vegetação. A tais variáveis foram atribuídos valores na forma de coeficiente, variando de 1 a 3, que quanto mais próximo de 1 menor a vulnerabilidade apresentada.

A vulnerabilidade ambiental para cada ponto da área é relacionada a um índice, também variável de 1 a 3, sendo este índice determinado pela média aritmética dos coeficientes anteriormente atribuídos às variáveis temáticas. Foi necessário realizar modificações na equação 1 apresentada na revisão bibliográfica na pagina 45 , pois a mesma não contemplava todas as variáveis existentes neste trabalho, gerando a equação aplicada neste trabalho (Equação 2).

$$V = \frac{V\_S + V\_GEO + V\_PLUVIO + V\_DECLI + V\_VEG + V\_RIO + V\_MASSA}{7} \quad (2)$$

Onde:

V = Vulnerabilidade

V\_S = vulnerabilidade para o tema Solos

V\_GEO = vulnerabilidade para o tema Geologia

V\_PLUVIO = vulnerabilidade para o tema Pluviometria

V\_DECLI= vulnerabilidade para o tema Declividade

V\_VEG = vulnerabilidade para o tema Vegetação


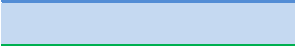



V\_RIO= vulnerabilidade para o tema Hidrografia

V\_MASSA= vulnerabilidade para o tema Hidrografia

A vulnerabilidade ambiental em si foi determinada tomando como base os índices de vulnerabilidade e as classes apresentadas na tabela 5, desenvolvidos por CREPANI (2001), sendo a vulnerabilidade ambiental apresentada na forma de mapa.

O mapa de vulnerabilidade ambiental foi gerado pelo *software* ArcGis 9.3® (ESRI), inclusive no que se refere aos cálculos intermediários que foram realizados com o auxílio da ferramenta *field calculator* necessária para a determinação da vulnerabilidade ambiental para cada ponto da área de interesse do município de Araranguá.

Tabela 5 - Classes de vulnerabilidade ambiental para o município de Araranguá.

CLASSES DE VULNERABILIDADE	INTERVALO DE ÍNDICES	CORES ATRIBUÍDAS
Estável	1,0 - 1,3	
Moderadamente Estável	1,4 - 1,7	
Medianamente Estável/Vulnerável	1,8 - 2,2	
Moderadamente Vulnerável	2,3 - 2,6	
Vulnerável	2,7 - 3,0	

Fonte: CREPANI et al., 2001.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos com emprego da metodologia de Crepani et al. (2001), com as devidas adaptações discutidas no item metodologia.

### **4.1 VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ARARANGUÁ**

Considerando a metodologia utilizada, com referência a área de interesse, para cada variável temática foi elaborado um mapa. Com os mapas temáticos, foi elaborado um mapa de vulnerabilidade ambiental para a área de interesse. Os referidos mapas são apresentados no Apêndice 1.

#### **4.1.1 Geologia**

Na classificação de vulnerabilidade deste tema foi considerada a idade geológica. Para a definição do grau de resistência das rochas à morfogênese, bem como atribuição da escala de valores, foram reajustados os intervalos para definições dos pesos, atribuindo valores numéricos na escala de vulnerabilidade à denudação (intemperismo + erosão), sob a ordenação relativa da litologia, seguindo intervalos de 1,0 a 3,0 de acordo com a metodologia proposta por Crepani et al. (2001), (quadro 4), entendendo-se que o peso 1,0 é de muito baixa instabilidade ecodinâmica, representando as rochas menos vulneráveis à denudação, e o peso 3,0 representa as mais vulneráveis, estando as demais classes intermediárias a essas duas, a classificação quanto a vulnerabilidade está definida no quadro 4.



Quadro 4 - Valores de Vulnerabilidade Ambiental para as unidades litológicas, presentes no município de Araranguá.

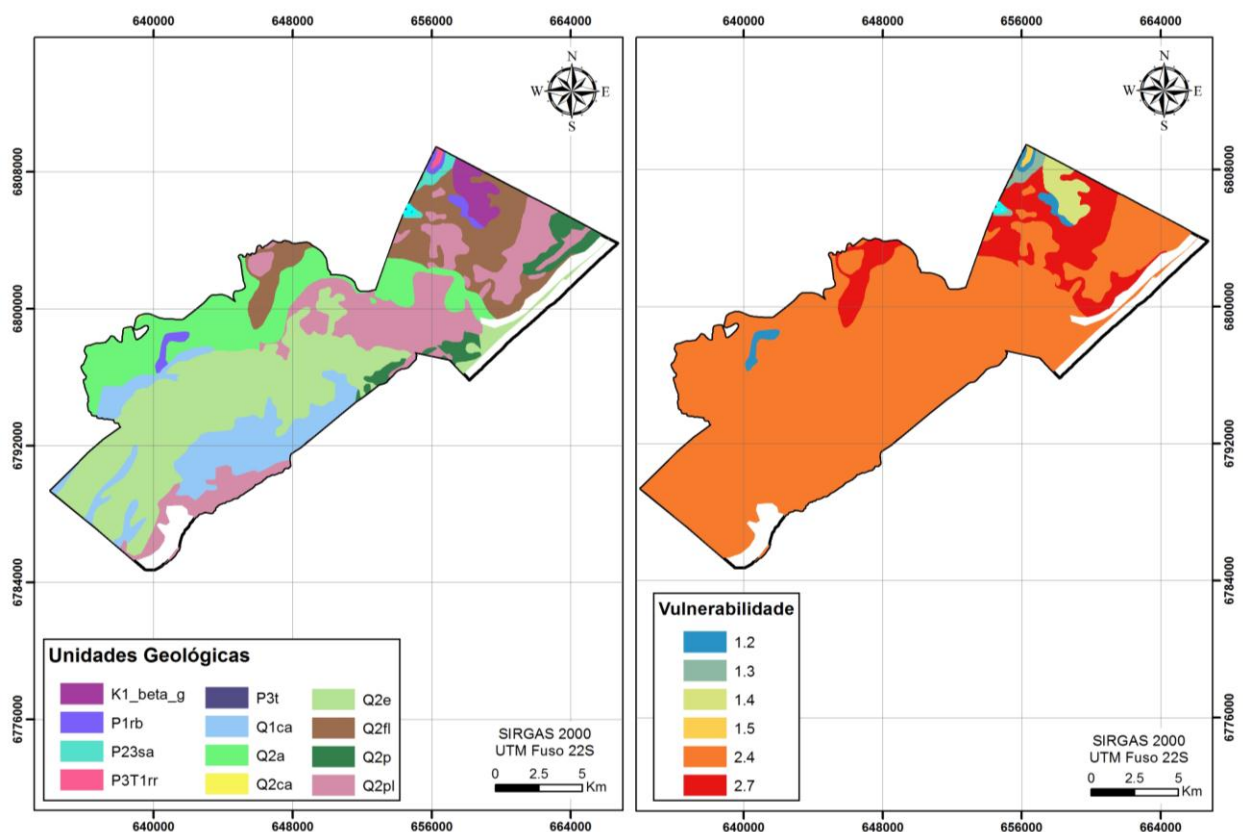
LETRA SÍMBOLO	NOME DA UNIDADE	LITOLOGIA	PERÍODO MÁXIMO	ÉPOCA MÁXIMA	VALOR DA VULNERABILIDADE
Q2p	Depósitos de Barreiras Holocênicas - Depósitos praias	Areia	Quaternário	Holoceno	2,4
Q1ca	Depósitos de Barreiras Pleistocênica - Depósitos Coluvios - Aluviais	Arenito, Conglomerado, Diamictito, Arenito Conglomerático	Quaternário	Pleistoceno	2,4
Q2pl	Depósitos de Barreiras Holocênicas - Depósitos de Planície Lagunar	Areia	Quaternário	Holoceno	2,4
Q2e	Depósitos de Barreiras Holocênicas - Depósitos Eólicos	Areia	Quaternário	Holoceno	2,4
Q2fl	Depósitos Flúvios - Lagunares	Areia, Argila, Silte	Quaternário	Holoceno	2,7
Q2a	Depósitos aluvionares	Areia, Cascalho	Quaternário	Holoceno	2,4
P23sa	Serra Alta	Folhelhos e siltitos	Permiano	Guadalupiano	1,3
P1rb	Rio Bonito	Arenitos fluviais, com estratificação cruzada acanalada e festonada do Membro Triunfo.	Permiano	Cisuraliano	1,2
K1_beta_g	Gramado	Folhelhos e siltitos	Permiano	Cisuraliano	1,4
P3t	Teresina	Folhelhos e siltitos	Permiano	Lonpingiano	1,5
P3T1rr	Rio do Rastro	Arenitos avermelhados com estratificação plano-paralela e cruzada acanalada	Permiano	Lonpingiano	1,5
Q2ca	Depósitos Colúvios - Aluvionares	Arenito, Conglomerado, Diamictito, Arenito Conglomerático	Quaternário	Pleistoceno	2,4

Fonte: Do Autor, 2015.

No mapa de vulnerabilidade geológica (Figura 8), foi possível constatar que na sua maioria apresenta áreas com classe de vulnerabilidade moderada devido a predomínio de unidades geológicas com tendência a morfogênese, onde prevalecem os processos erosivos modificadores das formas de relevo. Isso ocorre devido a idade das rochas. Para o autor Tricart (1977), o período quaternário apresenta unidades jovens e com tendência a coesão, esta se entende como a intensidade da ligação entre os minerais ou partículas que as constituem, uma vez que em rochas pouco coesas prevalecem o processo citado acima.

As demais áreas apresentam condições de estabilidade que permitem o predomínio dos processos de pedogênese gerando solos maduros, lixiviados e bem desenvolvidos.

Figura 8 - Mapa de vulnerabilidade geológica para o município de Araranguá.



Fonte: Do Autor, 2015.

#### 4.1.2 Declividade - Geomorfologia

A suscetibilidade dos solos à erosão se relaciona diretamente com as características de estrutura e textura dos solos, e se associa também com a declividade do terreno. Neste sentido Ross (1994) tem utilizado a declividade como uma variável temática, necessária à determinação do bom uso e aproveitamento do solo.

A elaboração do mapa de declividade foi possível pela adoção de classes de declividade, para esta pesquisa foram derivadas as seguintes classes de declividade, propostas por Crepani et al. (2001), Para cada uma das classes de declividade foi atribuído valores de vulnerabilidade, sendo estes relacionados na Tabela 6.

Tabela 6 - Classes de declividades com os respectivos.

DECLIVIDADE (%)	VALOR DA VULNERABILIDADE
< 2	1
2 a 6	1,5
6 a 20	2
20 a 50	2,5
50 a 100	3

Fonte: Do Autor, 2015.

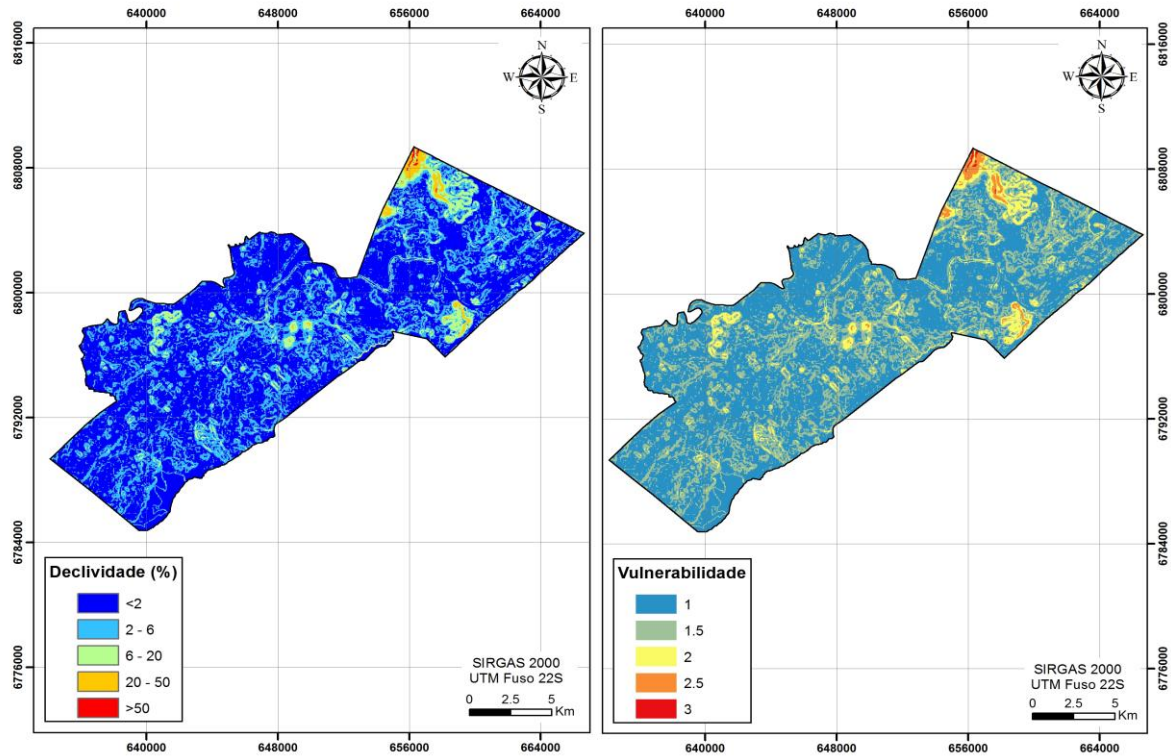
O município apresenta em determinados locais declividade alta, variando de 20 a 50%. No mapa de vulnerabilidade da declividade (figura 9), as cores atribuídas para este percentual de declividade vão do amarelo ao laranja, cujo valor de vulnerabilidade varia entre 2 à 2,5, considerado moderadamente vulnerável. Devido a esta configuração os escoamentos presentes são superficial e subsuperficial, pois apresentam uma declividade baixa com velocidade de escoamento pequena.

Em quase toda região da área de interesse é perceptível a presença de uma planície, com sensível redução da velocidade de escoamento. Esta região se apresenta com declividade inferior a 6%, considerada com vulnerabilidade baixa.

As declividades muito altas, superiores a 50%, se encontram em áreas próximas ao litoral na localidade de Morro dos Conventos e na divisa com o município de Maracajá, entre as localidades de Espigão da Toca e Espigão da Pedra

e apresentam valores de vulnerabilidade altos no mapa são ilustradas com a cor vermelha.

Figura 9 - Mapa de vulnerabilidade da declividade para o município de Araranguá.



Fonte: Do Autor, 2015.

#### 4.1.3 Clima

Para a elaboração do mapa de intensidade pluviométrica, foi determinada a vulnerabilidade ambiental de acordo com as condições climáticas do município, devido às precipitações pluviométricas atuarem diretamente na erosividade do solo e inundações, principalmente quando da existência de eventos torrenciais.

Para a determinação da pluviometria obteve-se a precipitação anual para o município de interesse.

Crepani et al. (2001) atribuíram para a variável temática clima valores de vulnerabilidade, sendo estes relacionados à pluviometria. Este valor é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Valores de vulnerabilidade referente à intensidade.

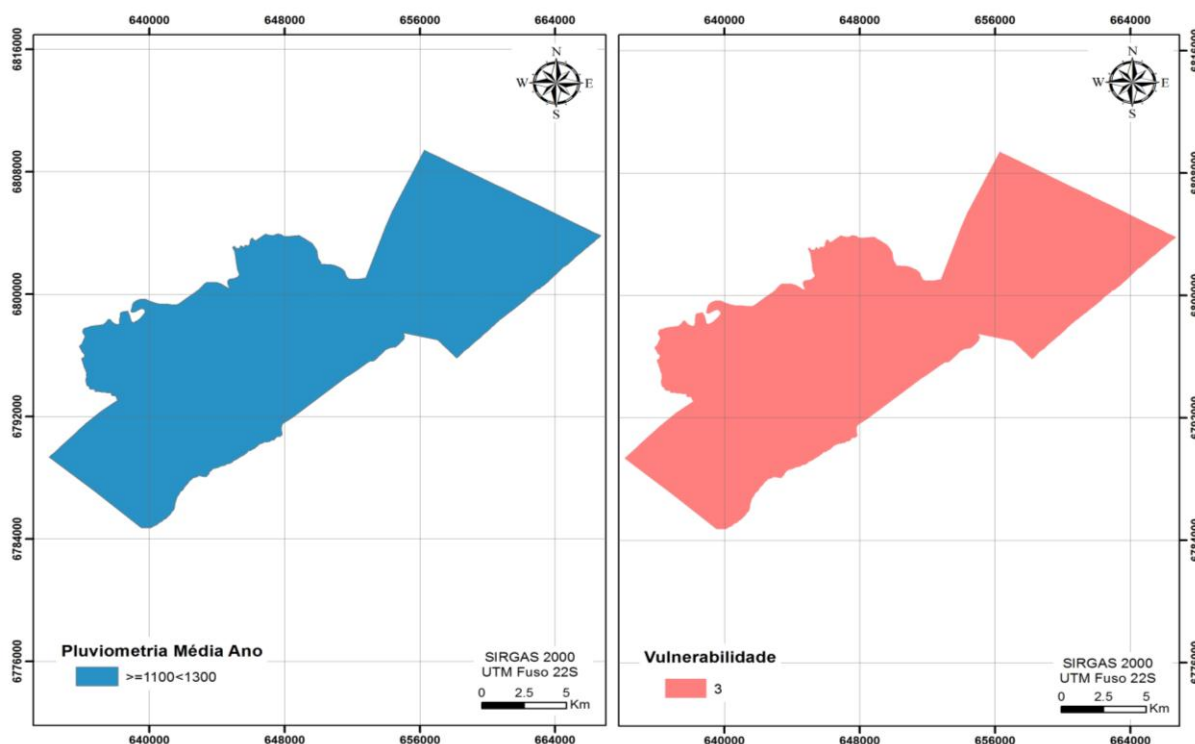
INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/ano)	VALOR VULNERABILIDADE
$\geq 1100 - <1300$	3

Fonte: Do Autor, 2015.

Conforme dados fornecidos pela defesa civil de Araranguá, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são os meses de maiores médias de precipitação mensal. Nestes meses, é comum na região, a ocorrência de chuvas concentradas e de elevada precipitação, sendo potencializada com isto a erosividade e as inundações.

Para esta área, em função dos dados coletados, foi adotado um único coeficiente de vulnerabilidade climática, sendo o mesmo determinado pela intensidade pluviométrica anual, sendo este coeficiente igual a 3 devido as chuvas torrenciais que acontecem na região, como podemos confirmar na figura 10.

Figura 10 - Mapa de vulnerabilidade da intensidade pluviométrica para o município de Araranguá.



Fonte: Do Autor, 2015.

#### 4.1.4 Pedologia

Apesar de ser o agente passivo da erosão, as características do solo da região estudada são de fundamental importância para o esclarecimento da facilidade ou não da erodibilidade. O mapa da pedologia foi desenvolvido de acordo com a classificação dos solos existentes no município em questão baseada nos estudos realizados por CREPANI et al (2001), que levam em consideração granulometria, composição mineralógica, e etc, utilizando como referência a Legenda Geral de Solos da EMBRAPA. Foram atribuídos valores variando de 1 (um) à 3 (três), sendo 1 estável e 3 vulnerável, sendo estes valores relacionados na tabela 8.

Tabela 8 - Valores de vulnerabilidade para os solos.

SIMBOLOGIA	CLASSES DE SOLOS	VALOR DA VULNERABILIDADE
D	Dunas e Areias das Praias	3
GX12	Gleissolo Haplico	3
GX14	Gleissolo Haplico	3
GX17	Gleissolo Haplico	3
OY4	Organossolo Haplico	3
PV2	Argissolo Vermelho	2
PVA2	Argissolo Vermelho-Amarelo	2
PVA23	Argissolo Vermelho-Amarelo	2
PVA9	Argissolo Vermelho-Amarelo	2
RQ1	Neossolo Quartzarenico	3
RQ4	Neossolo Quartzarenico	3
RQ5	Neossolo Quartzarenico	3

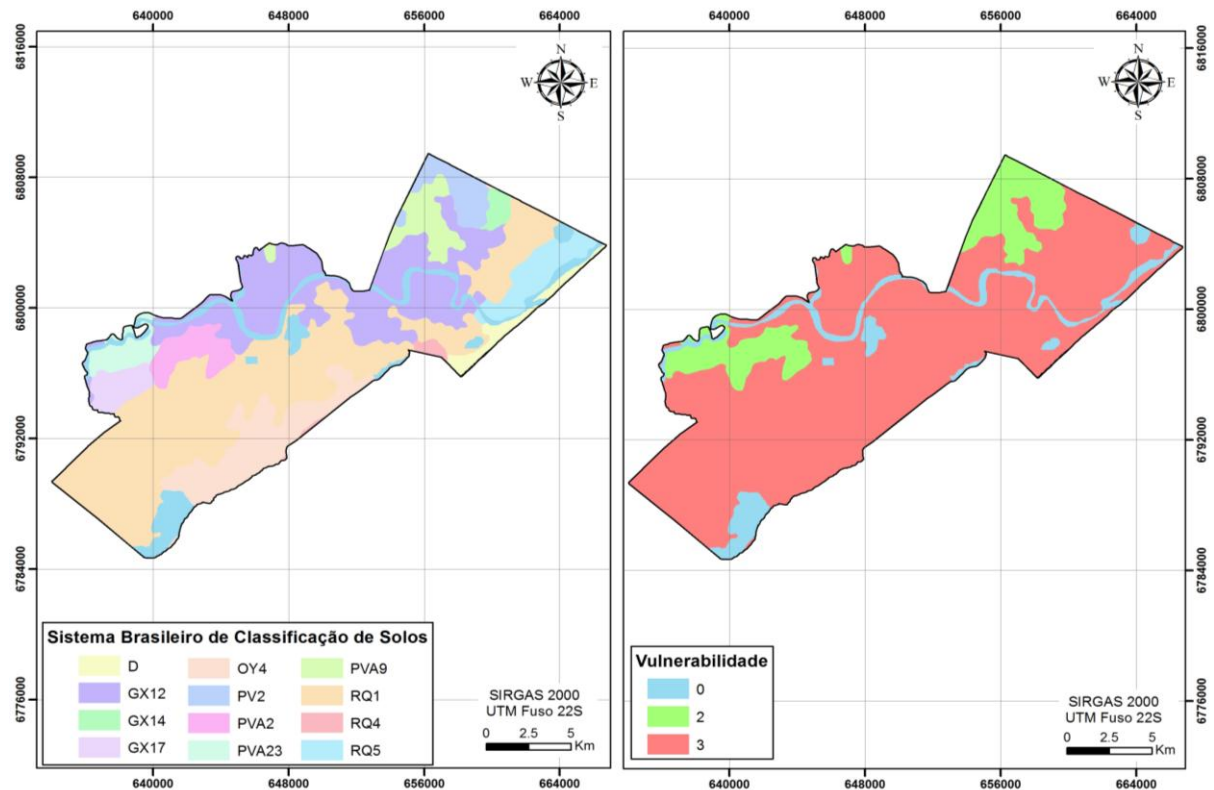
Fonte: Do Autor, 2015.

O município apresenta solos com parcela significativa de argila (PVA2, PVA23, PVA9), que apresentam elevado grau de desenvolvimento, estabilidade da estrutura e certa coesão, resultados estes evidenciados pelo valor da vulnerabilidade 2, devido a coesão que contribui com a resistência dos mesmos ao desencadeamento de processos erosivos.

Os demais solos presentes em quase toda extensão do município são compostos por arenitos, areias e cascalhos, por apresentar esta composição sua vulnerabilidade é alta (3). Estes solos são jovens e pouco desenvolvidos, isto é, sua característica principal é a pequena evolução dos perfis de solo. Os solos arenosos apresentam vários problemas entre eles, possuem pH ácido, pobreza em nutrientes,

baixos teores de matéria orgânica, baixa capacidade de troca de cátions, deficiências de cálcio, e toxidez por alumínio nas camadas mais profundas isso os tornando improdutivos e vulneráveis a inundações, erosão e escorregamento de massas. Estas informações estão expostas na figura 11.

Figura 11 - Mapa de vulnerabilidade da pedologia para o município de Araranguá.



Fonte: Do Autor, 2015.

#### 4.1.5 Vegetação

A cobertura vegetal representa a defesa da unidade de paisagem contra a erosão. Isto decorre do fato de que a vegetação evita o impacto direto das gotas de chuva no solo, impedindo a desagregação das partículas, e a consequente compactação do solo, que diminui a capacidade de absorção de água, aumenta a capacidade de infiltração do solo pela difusão do fluxo de água da chuva e ainda suporta a vida silvestre que, pela presença de estruturas biológicas como raízes de plantas perfurações de vermes e buracos de animais, aumentam a porosidade e a permeabilidade do sol.

A classificação da vulnerabilidade para o mapa de vegetação existentes no município pode ser observada na tabela 9.

Tabela 9 - Valores de vulnerabilidade para distância da vegetação.

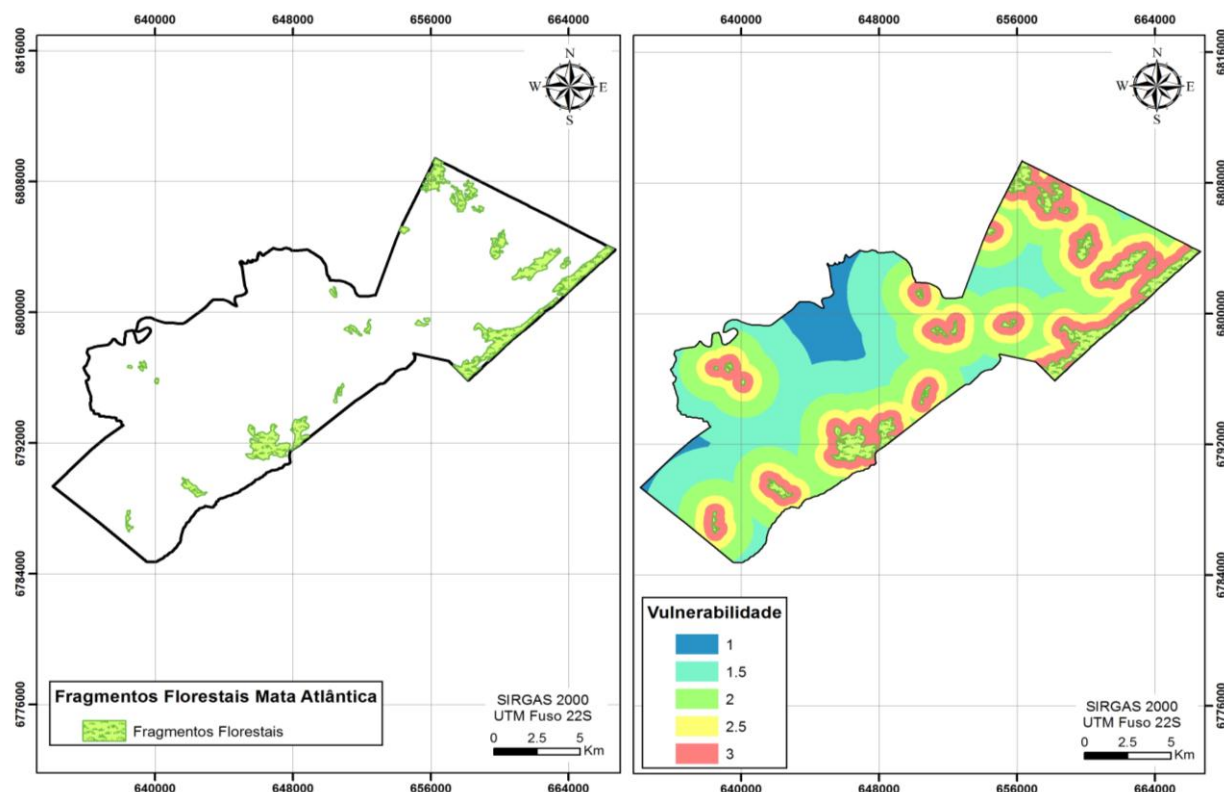
<b>DIST. VEGETAÇÃO (m²)</b>	<b>VALOR DA VULNERABILIDADE</b>
0 - 500	3
500 - 1000	2,5
1000 - 2000	2
2000 - 4000	1.5
> 4000	1

Fonte: Do Autor, 2015

A cobertura vegetal responde pela estabilidade dos processos morfodinâmicos, preconiza Tricart (1977). Para o autor a cobertura vegetal densa apresenta capacidade de frear o “desencadeamento de processos mecânicos da morfogênese”. A baixa energia para a remoção de material e transporte favorece os processos pedogenéticos, enquanto restringe os processos morfogenéticos. Por outro lado, a falta de cobertura florestal densa contribui para a instabilidade ambiental, O município apresenta pequenos fragmentos de vegetação devido o crescimento desordenado do mesmo, para estas áreas a vulnerabilidade foi atribuída de acordo com as distâncias estabelecidas, que servirão de proteção para estes fragmentos, quanto mais próximas do fragmento mais vulnerável são estas áreas. A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa em todos os estágios sucessionais, os remanescentes estão presentes na faixa litorânea (Morro dos Conventos), nos topos de morros e em pequenos fragmentos no perímetro urbano da cidade (Espigão da Pedra, Urussanguinha, Lagoa do Caverá e Belizone). A figura 12 mostra o mapa de vulnerabilidade ambiental para a vegetação.



Figura 12 - Mapa de vulnerabilidade da vegetação para o município de Araranguá.



Fonte: Do Autor, 2015.

#### 4.1.6 Hidrografia

Segundo Adami (2010), a bacia do rio Araranguá apresenta uma área de drenagem de 3.020 Km<sup>2</sup> e o comprimento dos cursos hídricos chega a 5.916 km, com densidade de drenagem de 1,95 Km/Km<sup>2</sup>, drenando os territórios de 16 municípios, entre os quais Araranguá, Criciúma e Nova Veneza. Cerca de 15 cursos d'água principais compõem o seu sistema hídrico, dentre os quais se destacam os rios Mãe Luzia, Amola Faca, Itoupava, Jundiá, dos Porcos, Turvo, das Pedras, Araranguá e São Bento.

O rio Araranguá encontra-se seriamente comprometido devido a poluição proveniente da mineração de carvão, agravada pelas demais atividades potencialmente causadoras de degradação ambiental como a agricultura, as atividades industriais, o esgotos domésticos lançados direta ou indiretamente nos rios e a deposição de resíduos urbanos.

Por este motivo foram delimitadas as áreas de preservação permanente dos cursos d'água (para a realização deste trabalho foram considerados rios e

massas d'água do município) para áreas urbanas e rurais com faixas marginais que variam de 30 a 500 metros de acordo com a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 que estabelece o novo código Florestal. Para a realização do mapa foi estabelecidos valores de vulnerabilidade para faixas marginais variando de 1 (um) para distâncias próximas do curso d'água à 3 (três) para maiores distâncias, de acordo com a tabela 10.

Tabela 10 - Valores de vulnerabilidade para distância da hidrografia (massas d'água e rios) do município de Araranguá.

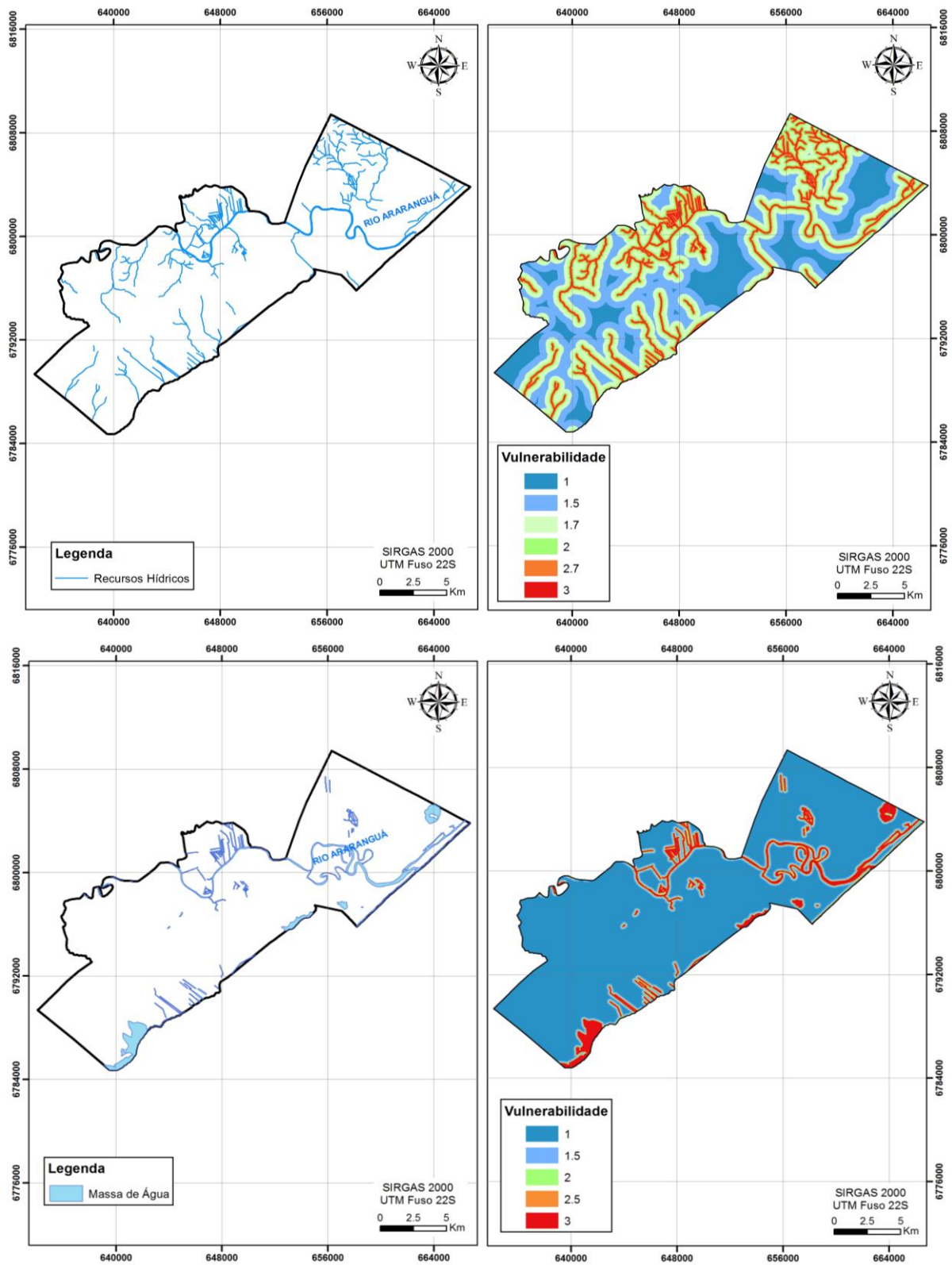
DIST. RIOS (m)	VALOR DA VULNERABILIDADE	DIST. MASSA DE ÁGUA (m)	VALOR DA VULNERABILIDADE
0 – 30	3	30	3
30 – 50	2,7	50	2,5
50 – 100	2,5	100	2
100 – 200	2	200	1,5
200 – 500	1,7	> 500	1
500 – 1000	1,5		
1000 – 2000	1		
> 4000	1		

Fonte: Do Autor, 2015.

O mapa de vulnerabilidade para a hidrologia encontra-se na figura 13 e denota que a ação antrópica sobre a área, tais como a construção de edificações, arruamentos, retificação e canalização de cursos d'água, aterros, adição de superfícies impermeáveis e outros equipamentos urbanos, potencializam o processo de impermeabilização do solo, conduzindo a um processo de vulnerabilidade alta o que aumenta as probabilidades de risco, pois trata-se de área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso.

O mapa de hidrologia apresenta áreas com vulnerabilidade alta próxima às margens dos corpos hídricos isso devido à inexistência de mata ciliar e ocupação desordenada ao entorno dos mesmos. O Rio Araranguá estende-se pelas zonas urbanas e rurais da cidade e apresenta áreas com risco de inundações e tendência a movimentos de massa nas cabeceiras de drenagem do rio, causando assoreamento e por decorrências mortandade de peixes, tornando as localidades próximas dos corpos hídricos mais afetados por desastres ambientais.

Figura 13 - Mapa de vulnerabilidade dos recursos hídricos para o município de Araranguá.



Fonte: Do Autor, 2015.

#### 4.1.7 Mapa de vulnerabilidade ambiental

O mapa de vulnerabilidade ambiental foi elaborado tomando-se como base os mapas apresentados e discutidos anteriormente. O mapa em si é o resultado da álgebra de mapas das informações contidas nos produtos cartográficos obtidos (declividade, de solo, vegetação, clima, geologia e recursos hídricos), sendo o mesmo apresentado no Apêndice A.

Para o município de Araranguá a vulnerabilidade ambiental predominante é a do tipo moderadamente estável (índice de 1,4 a 1,7), totalizando 49,07% da área do município, sendo estas áreas relacionadas a solos de boa coesão e com declividade de baixa a média. Não apresentou valores de vulnerabilidade devido a álgebra de mapas.

Para melhor entendimento foi elaborada a tabela 11, na qual é apresentada a distribuição da vulnerabilidade, sendo a mesma apresentada na forma de porcentagem da área total.

Tabela 11 - Ocorrência de vulnerabilidade ambiental no município de Araranguá.

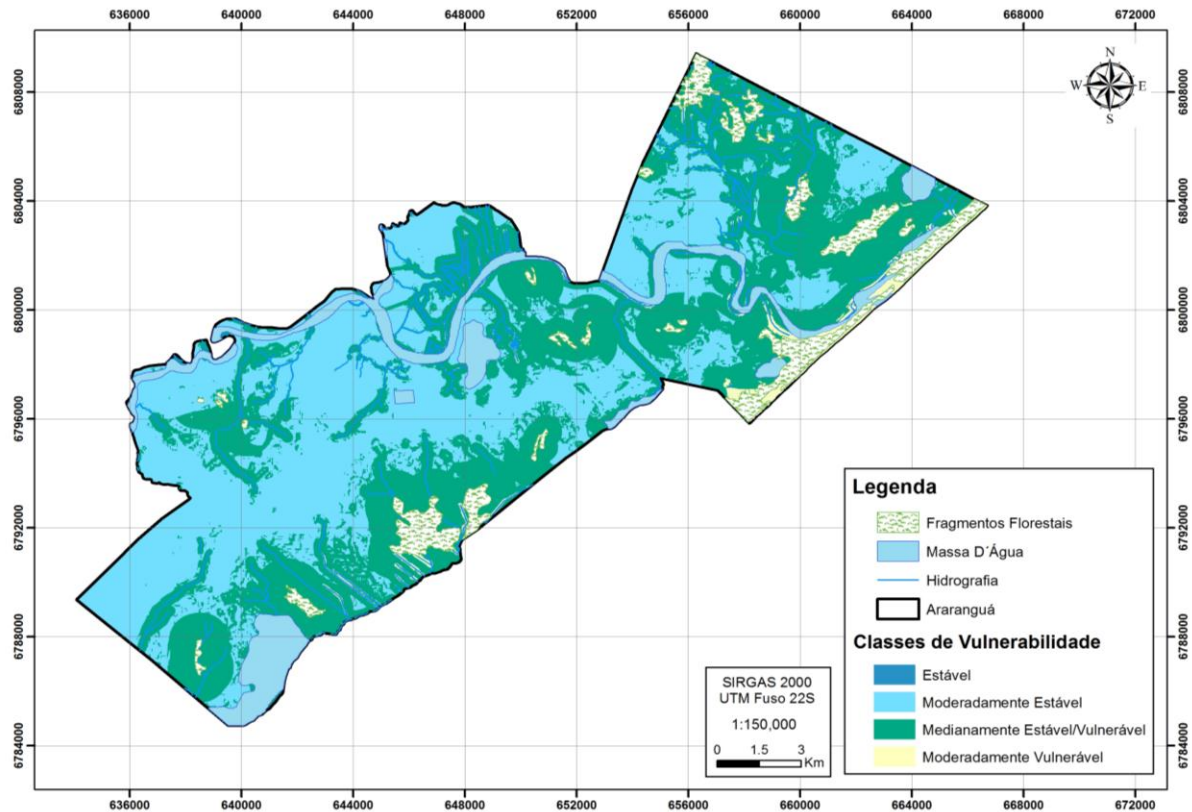
VULNERABILIDADE AMBIENTAL	INTERVALO DE ÍNDICE	OCORRÊNCIA NO MUNICÍPIO (%)
Estável	1,0 - 1,3	3,35
Moderadamente Estável	1,4 - 1,7	49,07
Medianamente Estável/Vulnerável	1,8 - 2,2	46,49
Moderadamente Vulnerável	2,3 - 2,6	1,09
Vulnerável	2,7 - 3,0	0

Fonte: Do Autor, 2015.

O mapa de vulnerabilidade ambiental do município de Araranguá (Figura 14) nós mostra a integração dos elementos físicos e permite a espacialização e classificação das vulnerabilidades do município. A identificação de quatro classes de vulnerabilidade apresentadas neste trabalho, através do mapa, permite estabelecer critérios de suporte para os novos empreendimentos e ampliação dos já existentes na área de interesse licenciados pela FAMA. Principalmente naquelas áreas que apresentaram vulnerabilidade Medianamente Estável/Vulnerável. Para estas áreas se devem estabelecer limitações de uso e ocupação, devendo ser também consideradas às questões como a da remoção da cobertura natural, margens de corpos hídricos e presença solos arenosas e declividade acentuada. Por outro lado,

as áreas menos vulneráveis apresentam maior potencialidades de uso, face a maior sustentabilidade oferecida pelos fatores físicos da geologia, rochas mais coesas e solos mais estáveis, situação encontrado em quase toda cidade.

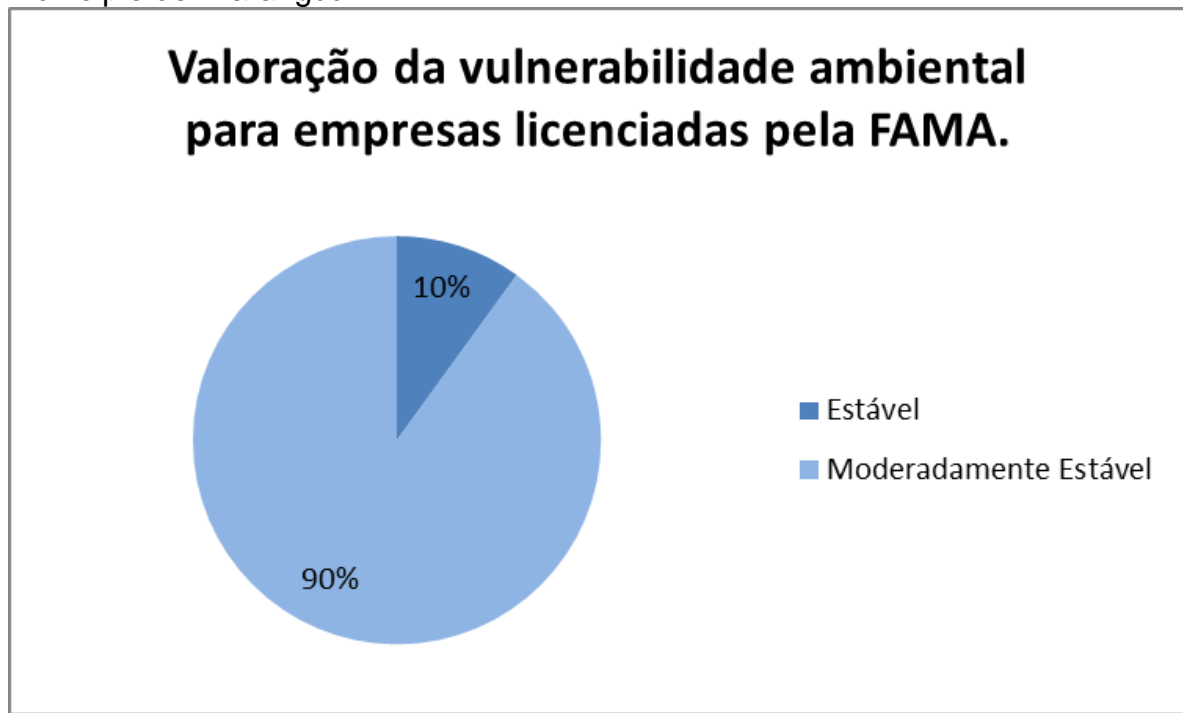
Figura 14 - Mapa de vulnerabilidade ambiental para o município de Araranguá.



Fonte: Do Autor, 2015.

A pedido da FAMA foi incorporado ao mapa de vulnerabilidade ambiental, o banco de dados das 40 empresas de grande porte licenciadas pela mesma através da incorporação das coordenadas geográficas de cada empresa, levando em consideração as empresas que estavam alocadas em áreas vulneráveis, na figura 15 estão expostas o percentual das empresas com seus respectivos valores de vulnerabilidade para cada seguimento de atividade de acordo com o local que a empresa está alocada. Não foi permitida a exposição do mapa neste trabalho.

Figura 12 - Valoração da vulnerabilidade ambiental para empresas alocadas no município de Araranguá.



Fonte: Do Autor, 2015.

## 5 CONCLUSÃO

A vulnerabilidade ambiental é uma importante ferramenta em estudos e planos voltados para os processos de tomada de decisão. Uma das formas de representação desta ferramenta é o mapa, tendo como objetivo a localização de áreas associadas ao valor de vulnerabilidade para fins de minimizar impactos relacionados à ocupação desordenada na área de interesse.

Em relação à aplicação do método e dos procedimentos utilizados, ficou evidente sua eficácia, pois, a aquisição, manipulação e armazenamentos dos dados da área de estudo foram processados e transformados em informações relacionadas à vulnerabilidade ambiental. O mapa gerado com as classes de vulnerabilidade ambiental (estável, moderadamente estável, medianamente estável/vulnerável, moderadamente vulnerável) permitiu classificar, quantificar e avaliar a situação da vulnerabilidade ambiental do município de Araranguá.

A utilização de ferramentas de geoprocessamento em ambiente SIG, expressa também a contribuição e avanço de novas tecnologias no tratamento de estudos ambientais, mostrando eficiência e agilidade nas aplicações de metodologias com enfoque espacial.

A área de interesse em sua grande parte se apresenta com vulnerabilidade ambiental do tipo baixa, sendo estas áreas localizadas em região de baixa declividade, com solos evoluídos e de boa coesão. Estas áreas, por sua vez já fazem parte da área urbana da cidade. As áreas restantes, passíveis de expansão urbana são áreas com média vulnerabilidade ambiental.

Para a ocupação de áreas que apresentam média e alta vulnerabilidade ambiental, os gestores devem ter atenção redobrada, principalmente no que se refere à orientação e à ordenação do uso e ocupação do solo.

O mapa de vulnerabilidade ambiental do município de Araranguá não apresentou áreas vulneráveis (3), devido o valor final de cada mapa temático que variou de 1 a 3. Após a realização da media aritmética dos mapas observou-se que os mapas estáveis (1) interferiram no valor do mapa final ocultando as áreas vulneráveis existentes no município. Uma solução para este problema é a aplicação do método de análise hierárquica (AHP) que estabelece a importância relativa a cada tema utilizado e faz a hierarquização das variáveis envolvidas, Além disso, propicia menor subjetividade na determinação de pesos relativos e a possibilidade

de analisar o grau de coerência adotado pelo usuário, a partir da razão de consistência obtida.

A disponibilidade de dados foi um fator limitante para a escolha dos critérios a serem utilizados no desenvolvimento deste trabalho.

Ressalta-se por fim, a importância da continuidade dos trabalhos de pesquisa voltados para este tema, inclusive utilizando outros municípios, estados e bacias hidrográficas, utilizando-se para isto pesquisas voltadas a outras metodologias da estimativa da vulnerabilidade ambiental e a adequação de valores de índices de vulnerabilidade temática.



## REFERÊNCIAS

**Agenda 21 Brasileira, Bases para discussão.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília 2000.

ALMEIDA, C. M. **Modelagem da dinâmica espacial como uma ferramenta auxiliar ao planejamento: simulação de mudanças de uso da terra em áreas urbanas para as cidades de Bauru e Piracicaba (SP), Brasil.** 2003. 323 p. Tese (Doutorado) – Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. INPE. São José dos Campos, 2003.

ALMEIDA, L.Q; PASCOALINO, A. **Gestão de risco, desenvolvimento e (meio) ambiente no Brasil - um estudo de caso sobre os desastres naturais de Santa Catarina.** Disponível em: < [http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/gestao\\_de\\_risco\\_desenvolvimento\\_e\\_meio\\_ambiente\\_no\\_brasil.pdf](http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/gestao_de_risco_desenvolvimento_e_meio_ambiente_no_brasil.pdf)>. Acesso em: 11 abr 2015.

ALMEIDA, L; SANTOS, L. J. C; MARTINS, G.G. **Contribuição metodológica para a análise da fragilidade emergente: estudo de caso no município de Colombo/PR.** Disponível em: < [http://www.labs.ufpr.br/site/wp-content/uploads/2014/07/almeida\\_artigoscompletos\\_raega\\_2009.pdf](http://www.labs.ufpr.br/site/wp-content/uploads/2014/07/almeida_artigoscompletos_raega_2009.pdf)>. Acesso em: 11 abr 2015.

AMESC. Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense. **Municípios.** Santa Catarina, 2015. Disponível em: <<http://www.amesc.com.br/municipios/index.php?show=detalhes&municipio=121>>. Acesso em: 25 mai. 2015.

ANTUNES, P. B. **Direito Ambiental.** 6 ed. ver., ampl. e atual. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2002. 902p.

ANTUNES, P. B. **Direito Ambiental.** 10 ed. rev., ampl. e atual. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2007. 988 p.

ARARANGUÁ. COAMA – Conselho Ambiental do Município de Araranguá. Resolução COAMA nº 01 de 2011. **Reconhece os condomínios comerciais horizontais ou verticais como atividade potencialmente poluidora e degradadora de impacto local, aprova a criação da obrigatoriedade de seu licenciamento.** Araranguá: COAMA, 2011.>. Acesso em: 11 abr 2015.

ARARANGUÁ. COAMA – Conselho Ambiental do Município de Araranguá. Resolução COAMA nº 03 de 2012. **Altera a Resolução COAMA 002/2012 e seu Anexo I.** Araranguá: COAMA, 2012.

ARARANGUÁ. **Lei Complementar nº 98** de outubro de 2010. Dispõe sobre o licenciamento ambiental das atividades de impacto local, institui a taxa de licenciamento ambiental - TLAM - e a taxa de controle e fiscalização ambiental municipal - TCFAM, e dá outras providências. Secretária da administração municipal, Araranguá, SC, 28 out. 2010. Disponível em: <

<https://www.leismunicipais.com.br/a/sc/a/ararangua/lei-complementar/2010/9/98/lei-complementar-n-98-2010-dispoe-sobre-o-licenciamento-ambiental-das-atividades-de-impacto-local-institui-a-taxa-de-licenciamento-ambiental-tlam-e-a-taxa-de-controle-e-fiscalizacao-ambiental-municipal-tcfam-e-da-outras-providencias-2010-10-28.html>>. Acesso em: 11 abr 2015.

ARARANGUÁ. **Lei Ordinária Municipal nº 2.608** de 21 de dezembro de 2007. Institui a Fundação Ambiental do Município de Araranguá, SC - FAMA. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a/sc/a/ararangua/lei-ordinaria/2007/260/2608/lei-ordinaria-n-2608-2007-institui-a-fundacao-ambiental-do-municipio-de-ararangua-sc-fama-2013-01-17.html>>

AZEVEDO, S. M. **avaliação do processo de zoneamento urbano de Araranguá - SC**. 2014. 90 p. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Florianópolis, 2014.

BARBOSA, C.C.F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. São José dos Campos: INPE, 1997. 161 p.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 out. 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)>. Acesso em: 11 abr 2015.

BRASIL. Ministério do meio Ambiente, 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/licenciamento-e-avaliacao-ambiental/licenciamento-ambiental>>. Acesso em: 11 abr 2015.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de Agosto de 1981. **Institui a Política Nacional do Meio Ambiente**, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 11 abr. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº. 237**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento Ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 11 abr. 2015.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140** de 08 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 dez. 2011. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/Lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp140.htm)>. Acesso em: 11 abr 2015.

BENDO, R. **Análise do risco de ocupação urbana sobre áreas mineradas em subsolo no município de Criciúma (SC) utilizando técnicas de geoprocessamento**. 2013. 157 p. Dissertação (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental, UNESC, Criciúma, 2013.

CÂMERA, G; MEDEIROS, J.S. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. Cap. 2. São José dos Campos: INPE, 1996.

CÂMARA MUNICIPAL DE SANTA ROSA DO SUL. O que é planejamento urbano? Rio Grande do Sul. Disponível em: < <http://santacruz.rs.gov.br/geo/geo/plan.htm> >. Acesso em: 11 abr 2015.

CAMPOS, S. K. **Elaboração de um manual técnico e proposta de adequação da Resolução COAMA 03/12 par fins de licenciamento ambiental**. 2013. 210 p. Dissertação (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental, UNESC, Criciúma, 2013.

CREPANI, E. et al, 2001. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. INPE, São José dos Campos.

D' ALGE, J.C.L. **Cartografia para geoprocessamento**. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap6-cartografia.pdf> >. Acesso em: 11 abr 2015.

DI MAIO, A.C. **Conceitos de geoprocessamento**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: < [http://www.uff.br/sigcidades/images/Download/SIGCidades\\_Conceitos\\_de\\_Geoprocessamento\\_3edio.pdf](http://www.uff.br/sigcidades/images/Download/SIGCidades_Conceitos_de_Geoprocessamento_3edio.pdf) >. Acesso em: 11 abr 2015.

DUARTE, P.R. **Fundamentos da Cartografia**. 3. ed Florianópolis: UFSC, 2006. 208 p.

ESPINDOLA, S.G.H. **Avaliação das metodologias para mapeamento de sensibilidade ambiental de bacias hidrográficas com vista à aplicação em bacias de pequeno porte no estado de Santa Catarina**. 2009. 59 f. Dissertação (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental, UNIVALI, Itajaí, 2010.

FERNANDES, V. O; NOGUEIRA, R. E. **Consequências da mudança de *datum* na representação cartográfica direcionada para ambiente sig**. Florianópolis, 2010. Disponível em: < <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/article/download/7357/6623> >. Acesso em: 02 mar 2015.

FERREIRA, C.C. et al. **Uso de SIG para análise da vulnerabilidade ambiental da Bacia do Alto Sucuriú – MS/BR**. 2011. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1402.pdf> >. Acesso em: 02 mar 2015.

FITZ, P.R. **Cartografia básica**. Nova ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 143 p.

FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente - SP**. 2012. 142 p. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Geografia, UNESP, Presidente Prudente, SP, 2012.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. GEOBRASIL: **perspectivas do meio ambiente no Brasil**. 2002. Disponível em: <[http://www2.ibama.gov.br/~cniadoc\\_integra.htm](http://www2.ibama.gov.br/~cniadoc_integra.htm)>. Acesso em: 11 abr. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Noções básicas de cartografia**: manual técnico em geociências. n. 8. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 130p.

IBGE – **Projeto Nacional de Gerenciamento Costeiro**. Nota explicativa da carta geológica. Florianópolis, 1989. (a)

\_\_\_\_\_ - Nota explicativa da carta geomorfológica. Florianópolis, 1989. (b)

\_\_\_\_\_ - Nota explicativa da carta de solos. Florianópolis, 1989. (c)

JOLY, F. **A cartografia**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2001. 136 p.

LISBOA FILHO, J. **Introdução a SIG – Sistemas de Informações Geográficas**. 1995. 69 P. Dissertação (Mestrado) – Curso Ciência da Computação, UFRGS, Porto Alegre, 1995.

LOCH, Ruth E. Nogueira. **Cartografia**: Representação, comunicação e visualização de dados espaciais. Florianópolis: UFSC, 2006. 314 p.

MILARÉ, É. **Direito Ambiental**: Doutrina, Jurisprudência, Glossário. 5. ed. Ref. Atual. eamp. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007. 1280 p.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas**. Brasília, DF: EMBRAPA Informações tecnológica, 2005. 294 p.

NASCIMENTO, D.M.C.; DOMINGUEZ, J.M.L. Avaliação da vulnerabilidade ambiental como instrumento de gestão costeira nos municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.39, n.3. Setembro 2009.

ROCHA, G.C; FERNANDES, B.J. **Educação sobre riscos ambientais: uma proposta metodológica**. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/virtu/files/2010/05/artigo4a4.pdf>>. Acesso em: 11 abr 2015.

ROSS, J. L. S. **A sociedade industrial e o ambiente**. In: \_\_\_\_\_. *Geografia do Brasil*. São Paulo: Editora da USP, 1996, p. 209-238.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia. N. 8, p.63-74, 1994.

ROSA, Roberto; BRITTO, Jorge Luís Silva. **Introdução ao geoprocessamento**: Sistemas de Informações geográficas. Uberlândia, 1996. 104 p. ISBN 85-7079-029-x

SANTA CATARINA. **DECRETO nº 14.675**, de 13 de abril de 2009. Disponível em: <[http://www.sc.gov.br/downloads/Lei\\_14675.pdf](http://www.sc.gov.br/downloads/Lei_14675.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2015.

SANTA CATARINA. CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução CONSEMA nº14** de dezembro de 2012. Aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental de impacto local para fins do exercício da competência do licenciamento ambiental municipal e dispõe da possibilidade dos Conselhos Municipais do Meio Ambiente definirem outras atividades de impacto local não prevista nas Resoluções do CONSEMA. Diário Oficial do Estado. Disponível em: <[http://www.fatma.sc.gov.br/upload/municipalizacao/resoluo\\_consema\\_14\\_12.pdf](http://www.fatma.sc.gov.br/upload/municipalizacao/resoluo_consema_14_12.pdf)>. Acesso em: 11 abr 2015.

SANTOS, T. **Um olhar sociambiental sobre a região sul de Santa Catarina. 2007.** Disponível em: < <http://aramericano.blogspot.com.br/2007/11/relato-problemas-ambientais-de-ararangu.html>>. Acesso em: 11 abr 2015.

SERRANO, D.G. **Uso de mapa de vulnerabilidade ambiental como ferramenta de planejamento urbano: ocupação da bacia do córrego Mauá, Sarandi – Paraná.** 2011. 157 f. Dissertação (Mestrado) – Curso Engenharia Urbana, UEM, Maringá, 2011.

SOS.MATA. Fundação Mata Atlântica. **Remanescentes Florestais de Santa Catarina** 2011. Disponível em: <[http://mapas.sosma.org.br/site\\_media/shapefiles/rema\\_1a2ba93313d0d654d3974d09654b455917255.zip](http://mapas.sosma.org.br/site_media/shapefiles/rema_1a2ba93313d0d654d3974d09654b455917255.zip)>. Acesso em: 23 abr 2015

SPÖRL, C. ROSS, J. L. S. **Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicações de três modelos.** *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, nº 15, 2014.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE - SUPREN, 1977.

## **APÊNDICE(S)**

# APÊNDICE 1– Mapa de vulnerabilidade ambiental para o município de Araranguá.

